

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

**GLAISON AUGUSTO GUERRERO**

**TRAJETÓRIA E APRENDIZADO TECNOLÓGICO DO SETOR DE MÁQUINAS-  
FERRAMENTA NO BRASIL**

**Porto Alegre**

**2013**

**GLAISON AUGUSTO GUERRERO**

**TRAJETÓRIA E APRENDIZADO TECNOLÓGICO DO SETOR DE MÁQUINAS-  
FERRAMENTA NO BRASIL**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como quesito parcial para obtenção do título de Doutor em Economia com ênfase em Economia do Desenvolvimento

Orientador: Prof. Dr. Pedro Cezar Dutra Fonseca

**Porto Alegre**

**2013**

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
Responsável: Biblioteca Gládis Wiebbelling do Amaral, Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS

G934t Guerrero, Glaison Augusto  
Trajetória e Aprendizado Tecnológico do Setor de Máquinas-Ferramenta no Brasil /  
Glaison Augusto Guerrero. – Porto Alegre, 2013.  
325 f. : il.

Orientador: Pedro Cezar Dutra Fonseca.

Ênfase em Economia do Desenvolvimento

Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto  
Alegre, 2013.

1. Economia da tecnologia. 2. Inovação tecnológica. 3. Industrialização : Brasil. 4.  
Competitividade. 5. História econômica : Brasil. I. Fonseca, Pedro Cezar Dutra.  
II. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Ciências Econômicas.  
Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

CDU 330.341.1

**GLAISON AUGUSTO GUERRERO**

**TRAJETÓRIA E APRENDIZADO TECNOLÓGICO DO SETOR DE MÁQUINAS-  
FERRAMENTA NO BRASIL**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como quesito parcial para obtenção do título de Doutor em Economia com ênfase em Economia do Desenvolvimento

Aprovada em: Porto Alegre, 26 de fevereiro de 2013.

---

Prof. Dr. Pedro Cezar Dutra Fonseca - Orientador  
UFRGS

---

Prof. Dr. Silvio Antônio Ferraz Cário  
UFSC

---

Prof. Dr. Fábio Dória Scatolin  
UFPR

---

Prof. Dr. Hélio Henkin  
UFRGS

Aos meus pais Hélio e Clair

## AGRADECIMENTOS

Diversas pessoas contribuíram para a elaboração dessa tese.

Especial agradecimento ao meu orientador Pedro Cezar Dutra Fonseca pelas leituras atentas e críticas dos escritos iniciais à revisão final dessa tese, com competência e dedicação. A motivação, confiança e paciência transmitidas serviram de estímulo e foram decisivas para o resultado final ora apresentado.

Registro também meus agradecimentos aos professores Silvio Antônio Ferraz Cário, Fábio Dória Scatolin e Hélio Henkin que compuseram a banca de defesa da tese, pelos comentários valiosos e pertinentes. Tais comentários e sugestões abrem outros caminhos de pensamento para a abordagem.

Agradeço aos amigos Christian Velloso Kuhn, César Stallbaum Conceição, Gabriele dos Anjos, Hélio Afonso de Aguiar Filho, Marcos Kidricki Iwamoto, Rogério Antônio Enderle pelo apoio, estímulo e confiança nos momentos difíceis, e por estarem ao meu lado com paciência e amizade.

A Meca do economista está antes da Biologia econômica do que  
na Dinâmica econômica.

Princípios de Economia  
Alfred Marshall

Levar a cabo um plano novo e agir de acordo com um plano  
habitual são coisas tão diferentes quanto fazer uma estrada e  
caminha por ela.

Teoria do Desenvolvimento Econômico  
Joseph A. Schumpeter

## RESUMO

Esta tese assume como pressuposto teórico que crescimento e desenvolvimento econômicos são processos dinâmicos que ocorrem a partir da co-evolução da tecnologia, da estrutura industrial e das instituições. A trajetória do processo de industrialização por substituição de importações (PISI) brasileiro foi marcada pela ênfase na acumulação de capacidade produtiva, e menor disposição das empresas na acumulação de capacidade inovativa. As empresas optaram pelo licenciamento externo de tecnologia, enquanto uma minoria de empresas institucionalizou e complementou esses esforços inovativos através de investimentos em P&D e/ou outros tipos de aprendizados tecnológicos. Embora a capacidade produtiva seja importante para materialização do progresso técnico, o mesmo apenas é conseguido através da P&D e a partir da cooperação entre produtor-usuário, fornecedores e universidades. A proteção da concorrência externa gerou demanda suficiente para o crescimento do setor de máquinas-ferramenta, mas também poucas empresas desenvolveram capacidade inovativa. Ademais, chama atenção o caráter contraditório do arcabouço regulatório e competitivo do PISI para o setor de bens de capital: as importações foram estimuladas por taxas de câmbio diferenciadas, importações sem cobertura cambial e isenções fiscais, enquanto se protegia a produção nacional com barreiras tarifárias e não tarifárias. Essa ‘dinâmica’ institucional configurou a especialização do setor de máquinas-ferramenta em produtos com menor conteúdo tecnológico relativamente às importadas. Os ramos industriais capitaneados pelas empresas estrangeiras após 1956 também contribuíram para configurar tal quadro, pois as mesmas requeriam máquinas-ferramenta de elevado conteúdo tecnológico que deslocava a procura para o mercado externo. A mudança do paradigma tecnológico nas décadas de 1970/1980 e a abertura econômica na década de 1990 configuraram a trajetória e o processo de reestruturação empreendido pelo setor no momento seguinte. As empresas com maior capacidades tecnológicas conseguiram acessar os novos conhecimentos requeridos para entrarem e se manterem na nova trajetória tecnológica. O profundo processo de reestruturação baseou-se na reorganização, especialização e aumento da eficiência produtiva. Com a consolidação produtiva e tecnológica das empresas líderes houve aumento da já existente heterogeneidade competitiva entre os fabricantes. Tal heterogeneidade decorre não apenas dos distintos esforços inovativos entre os fabricantes, mas também é devida à estrutura da demanda e do grau de sofisticação do usuário.

**Palavras-chave:** Máquinas-Ferramenta. Economia Brasileira. Bens de capital. Tecnologia.



## ABSTRACT

This thesis assumes as a theoretical basis that the economic growth and development are dynamic processes that occur from the co-evolution of technology, industrial structure and institutions. The trajectory of the Brazilian industrialization process was characterized by the accumulation of productive capacity and not the accumulation of innovative capacity. Companies preferred to license foreign technology, while a minority of companies institutionalized and complemented these efforts through investments in innovative R&D and/or other types of technological know-how. Although the production capacity is important for the materialization of technical progress, it is only achieved through R&D and from the cooperation between user-producer, suppliers and universities, etc. Protection from foreign competition generated enough demand for the growth of the machine tool, but few companies have developed innovative capacity. Furthermore, our attention is called to the contradictory nature of the regulatory framework and competitive PISI for the capital goods sector: imports were stimulated by different exchange rates, imports without hedging and tax exemptions, while protecting domestic production with tariffs and nontariff barriers. This 'dynamic' institutional sector specialization configured machine tool products with lower technological content compared with the imported ones. The industries led by foreign companies after 1956 also contributed to set up such a framework because they required machine tools with high technological content which shifted the demand for the foreign market. The technological paradigm shift in the decades of 1970/1980 and economic opening in the 1990s shaped the trajectory and the restructuring process undertaken by the sector in the next moment. Firms with greater technological capabilities gained access to the new knowledge required to enter and remain in the new technological trajectory. The profound restructuring process was based on the reorganization, specialization and increased production efficiency. With the productive and technological consolidation of the leading, there was an increase in the existing competitive heterogeneity among manufacturers. Such heterogeneity arises not only from different innovative efforts between manufacturers, but it is also due to the structure of demand and the degree of sophistication of the end user.

**Keywords:** Machine tools. Brazilian Economy. Capital goods. Technology.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Utilização da Capacidade Instalada (UCI) de Setores da Indústria – 1995-2008 (em %)	192
Gráfico 2 – Taxa de Investimento Nominal e Utilização da Capacidade Instalada da Indústria – 1995-2008 (em %)	193
Gráfico 3 – Taxa de Investimento e Máquinas e Equipamentos/FBCF – 1985- 2008 – a Preços Constantes de 1980 (em %)	194
Gráfico 4 – Proporção de Bens de Capital Nacionais e Importados na FBCF – 1985-2000 – a Preços Constantes de 1999 (em %)	195
Gráfico 5 - Coeficientes de Abertura Comercial da Indústria Brasileira - 1996-2011 (a preços constantes de 2007) (em %)	205
Gráfico 6 - Evolução do Saldo da Balança Comercial Brasileira por Intensidade Tecnológica* (em mil US\$)	206
Gráfico 7 - Índices de Preços Relativos de Máquinas e Equipamentos –1988-2007 (Número índice 1980 = 100)	230
Gráfico 8 - Relação entre o VTI e o VBPI a Preços Correntes da Indústria de Transformação e do Setor de Máquinas-Ferramenta – 1996 a 2007	253

## LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Uma Ilustração dos Vínculos entre Inovação, Competitividade e Crescimento da Renda .....	67
---	----

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Características Tradicionais e Emergentes do Sistema Setorial de Inovação em Máquinas-Ferramenta (Alemanha, Itália, Estados Unidos e Japão).....	270
---	-----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção e Exportação de Máquinas-Ferramenta – 1986-1997 – Países Selecionados (milhões de US\$ de 1997 e porcentagem) .....	104
Tabela 2 - Importações e Consumo de Máquinas-Ferramenta – 1986-1997 – Países Selecionados (milhões de US\$ de 1997 e porcentagem).....	105
Tabela 3 - Produção, Importação e Exportação de MF no Brasil – 1955-1971.....	143
Tabela 4 - Indicadores de Produção e Emprego no Setor de Máquinas-Ferramenta no Brasil - 1978-1992 (Números índices: média 1972 = 100).....	149
Tabela 5 – Relação entre Valor Nacional (VN) e Valor Importado (VI) de Insumos de Máquinas-Ferramentas – 1989.....	157
Tabela 6 - Taxa Média Anual de Crescimento do PIB: Ótica da Demanda – 1990-2010 (em %)......	189
Tabela 7 - Taxa Média Anual de Crescimento do PIB: Ótica da Oferta – 1990-2010 (em %)......	190
Tabela 8 - Taxa Média Anual de Crescimento da Produção Industrial – 1981-2010 (em %)......	191
Tabela 9 - Coeficientes Médios de Importação por Intensidade de Fator – 1990-1998 (em %)......	196
Tabela 10 - Coeficientes Médios de Exportação por Intensidade de Fator – 1990-1998 (em %)......	197
Tabela 11 - Coeficientes Médios de Importações por Categoria de Uso – 1990-1998 (em %)......	198
Tabela 12 - Coeficientes Médios de Exportações por Categoria de Uso – 1990-1998 (em %)......	199
Tabela 13 - Relação entre o VTI e o Valor da Produção (VP) na Indústria de Transformação - 1989-1995.....	200
Tabela 14 – Variação do “ <i>Mark-up</i> ”, Preços e Custos Reais por Setor segundo Intensidade de Fator – 1990-1995, 1995-1998 e 1990-1998.....	201
Tabela 15 – Variação do “ <i>Mark-up</i> ”, Preços e Custos Reais por Setor segundo Categoria de Uso – 1990-1995, 1995-1998 e 1990-1998.....	202
Tabela 16 - Distribuição Setorial do Valor de Transformação Industrial (VTI) da Indústria Brasileira, segundo intensidade tecnológica (1996, 2000 e 2005) (em %)......	204
Tabela 17 - Estrutura Relativa de Comercio Exterior (X/M) das Indústrias Classificadas por Intensidade Tecnológica* – 1996 – 2008.....	207

Tabela 18 - Setor de Máquinas-Ferramenta Brasileiro: Indicadores de Conjuntura - 1989-1997 (Números índices: média de 1990 = 100).....	227
Tabela 19 - Produção, Exportação, Importação e Consumo Aparente de Máquinas-Ferramenta no Brasil – 1986-1997 (em US\$ milhões a preços de 1997).....	228
Tabela 20 - Desempenho Interno e Externo do Setor de Máquinas-Ferramenta – 2002-2007 (R\$ milhões de janeiro de 2008).....	233
Tabela 21 - Exportações de Máquinas-Ferramenta no Brasil – 1989-2006 – Médias Anuais (em US\$ milhões correntes e em %)......	237
Tabela 22 - Composição das Exportações Brasileiras de Máquinas-Ferramenta segundo os Principais Destinos, e por Número de Posição de Produto – média dos anos 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 (em %)......	238
Tabela 23 – Importações de Máquinas-Ferramenta no Brasil – 1989-2006 – Médias Anuais (em US\$ milhões correntes e em %)......	240
Tabela 24 - Composição das Importações Brasileiras de Máquinas-Ferramenta segundo os Principais Destinos, e por Número de Posição de Produto - média dos anos 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 (em %)......	241
Tabela 25– Exportações e Importações de Peças, Partes e Componentes para Máquinas-Ferramenta – 1992-2006 (em US\$ milhões correntes e %)......	242
Tabela 26 – Indicador da Relação entre Valor/Peso (US\$/kg) das Importações (VUM) e das Exportações (VUX) de Máquinas-Ferramenta no Brasil –1993, 1996, 1998, 2000, 2002, 2004 e 2006.....	243
Tabela 27 - Estrutura do Valor da Transformação Industrial, Número de Empresas, Pessoal Ocupado e Produtividade Aparente do Trabalho no Setor de Máquinas-Ferramenta (CNAE 29.4) – 1996-2007 (em mil Reais de 2007).....	254
Tabela 28 – Evolução da Estrutura dos Custos das Operações Industriais do Setor de Máquinas-Ferramenta – 1996-2007 (em %)......	255
Tabela 29 – Evolução da Estrutura dos Custos e Despesas do Setor de Máquinas-Ferramenta – 1996-2007 (em %)......	257
Tabela 30 – Caracterização das Empresas do Setor de Máquinas-Ferramenta – 2005 – empresas com mais de 30 pessoas ocupadas (Em R\$ milhões e %)......	265
Tabela 31 - Indicadores de Comércio Exterior do Setor de Máquinas-Ferramenta, por Categoria de Empresa – 2005 (em R\$ milhões e %)......	267
Tabela 32 - Taxa e Tipos de Inovação no Setor de Máquinas-Ferramenta, por Categoria de Empresas – 2005 (nº e % das empresas).....	272
Tabela 33 - Esforço Inovativo para a Inovação no Setor de Máquinas-Ferramenta, por Categoria de Empresas – 2005 (Em R\$ milhões e %)......	273
Tabela 34 - Volume e Distribuição Percentual dos Gastos em Atividades Inovativas no Setor de Máquinas-Ferramenta por Categoria de Empresas –2005 (Em R\$ milhões e %)......	275

Tabela 35 - Relações de Cooperação para Inovação no Setor de Máquinas-Ferramenta, por Categoria de Empresas – 2005 (nº e % das empresas inovadoras).....	277
Tabela 36 - Número de Empresas Inovadoras que Consideram Altamente Importante as Fontes de Informação para a Inovação no Setor de Máquinas-Ferramenta, por Categoria de Empresas – 2005 (nº e % das inovadoras).....	279
Tabela 37 - Estratégias de Apropriação dos Lucros da Inovação no Setor de Máquinas-Ferramenta, por Categoria de Empresas – 2005 (nº e % das empresas inovadoras).....	281
Tabela 38 - Taxa e Tipos de Inovação na Indústria de Transformação e Setores Usuários de Máquinas-Ferramenta Selecionados - 2005 (% das empresas do setor).....	285
Tabela 39 - Distribuição dos Gastos em Atividades Inovativas na Indústria de Transformação, Setores e Subsetores Selecionados – 2005 (% da RLV e % do total).....	288
Tabela 40 – Distribuição Intersetorial das Empresas Industriais como 30 ou mais Pessoas segundo Estratégia Competitiva –2000 (em %).....	291

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>2 A NATUREZA DA MUDANÇA TECNOLÓGICA E SUAS IMPLICAÇÕES PARA OS SISTEMAS DE INOVAÇÃO E PARA O DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>28</b>
2.1 O Papel das Inovações no Pensamento Evolucionário de Schumpeter.....	30
2.2 Micro-fundamentação Neo-schumpeteriana da Mudança Tecnológica.....	34
2.2.1 Teorias da Mudança Técnica: Indução pela Demanda vs. Impulso pela Tecnologia.....	34
2.2.2 Tecnologia e Economia: os Paradigmas e as Trajetórias do Progresso Técnico.....	37
2.2.3 Padrões Setoriais de Mudança Técnica e Regimes Tecnológicos.....	47
2.2.4 Os Sistemas de Inovações.....	53
2.3 A Dinâmica do Desenvolvimento: Investimento, Inovação, Competitividade e Comércio Internacional.....	57
2.4 Considerações Finais.....	70
<b>3 O SETOR DE MÁQUINAS-FERRAMENTA EM PERSPECTIVA MUNDIAL.....</b>	<b>72</b>
3.1 Características Produtivas e Tecnológicas do Setor de Máquinas-Ferramenta.....	72
3.2 A Importância do Setor de Máquinas-Ferramenta de uma Perspectiva Histórica.....	79
3.2.1 A Revolução Industrial e Liderança Industrial no Século XX.....	79
3.2.2 Crescimento no pós-II Guerra e a Crise na Década de 1970.....	89
3.2.3 Mudança Técnica na Indústria de Máquinas-Ferramenta.....	94
3.3 Estrutura da Produção Mundial e Comércio Internacional do Setor de Máquinas-Ferramenta.....	101
3.4 Considerações Finais.....	105
<b>4 POLÍTICA ECONÔMICA, ARCABOUÇO REGULATÓRIO E TRAJETÓRIA DO SETOR DE MÁQUINAS-FERRAMENTA NO BRASIL NO PERÍODO DE INDUSTRIALIZAÇÃO POR SUBSTITUIÇÃO DE IMPORTAÇÕES.....</b>	<b>107</b>



4.1 Política Econômica entre 1930 a 1956 e a Gênese do Setor de Máquinas-Ferramenta no Brasil .....	110
4.2 Expansão do Setor de Máquinas-Ferramenta: do Plano de Metas ao II PND e Crise na Década de 1980.....	116
4.2.1 Plano de Metas e a Política Econômica entre 1956-1961.....	117
4.2.2 A Política Econômica do PAEG e do Milagre Econômico.....	124
4.2.3 O Ajuste do II PND e a Década Perdida.....	130
4.3 Crescimento, Trajetória e Especialização do Setor de Máquinas-Ferramenta.....	140
4.4 Considerações Finais.....	155
<b>5 REFORMAS ESTRUTURAIS E POLÍTICA ECONÔMICA NA ECONOMIA BRASILEIRA PÓS-1990.....</b>	<b>163</b>
5.1 Abertura Comercial e Financeira no Início da Década de 1990.....	167
5.2 Estabilização da Inflação e a ‘Visão’ de Política Econômica entre 1994 a 2002 .....	171
5.2.1 O Plano Real.....	171
5.2.2 Política Econômica entre 1994 a 2002.....	175
5.3 Políticas Econômica e Industrial nos Anos 2000.....	178
5.3.1 Políticas Industriais: As Diretrizes da PITCE e da PDP.....	180
5.4 Desempenho Econômico e Ajustamento Estrutural no Brasil após 1990.....	185
5.5 O Ajuste Industrial.....	194
5.6 Considerações Finais: A Crítica da Heterodoxia sobre os Ajustes Estruturais da Indústria Brasileira.....	206
<b>6 O PROCESSO DE REESTRUTURAÇÃO DO SETOR DE MÁQUINAS-FERRAMENTA PÓS-1990: MUDANÇAS INSTITUCIONAIS, DESEMPENHO E ESPECIALIZAÇÃO.....</b>	<b>218</b>
6.1 Mudanças Institucionais, Estrutura e Desempenho do Setor de Máquinas-Ferramenta Pós-1990.....	220
6.1.1 Arcabouço Institucional: Principais Mudanças para o Setor.....	220
6.1.2 Restruturação industrial e Desempenho do Setor.....	223

6.2 Competitividade, Comércio Exterior e Especialização do Setor de Máquinas-Ferramenta após a Abertura.....	232
6.3 Especialização Produtiva e Estratégias Competitivas.....	243
6.4 O Desempenho e Reorganização do Setor de Máquinas-Ferramenta a Partir dos Dados da Pesquisa Industrial Anual/Empresa.....	248
6.5 Considerações Finais.....	256
<b>7 DINÂMICA INOVATIVA E APRENDIZADO TECNOLÓGICO NO SETOR DE MÁQUINAS-FERRAMENTA BRASILEIRO A LUZ DA TEORIA NEO-SCHUMPETERIANA.....</b>	<b>257</b>
7.1 Abordagem Metodológica e Caracterização das Empresas por Esforços Tecnológicos e Desempenho Competitivo.....	261
7.2 A Mudança de Regime Tecnológico e Tendências Inovativas do Setor de Máquinas-Ferramenta a partir do Conceito de Sistema Setorial de Inovação (SSI).....	265
7.3 A Dinâmica Inovativa no Setor de Máquinas-Ferramenta: Esforços Tecnológicos e Atividades Inovativas, Cooperação e Apropriação dos Lucros da Inovação.....	269
7.4 Características das Atividades Inovativas dos Usuários de Máquinas-Ferramenta e Sistema Setorial de Inovações.....	282
7.5 Regime Tecnológico, Aprendizado e “ <i>Path Dependence</i> ” Setorial.....	295
7.6 Considerações Finais.....	302
<b>8 CONCLUSÃO.....</b>	<b>303</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>310</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos principais determinantes das transformações na sociedade capitalista nos últimos 50 anos são a gestação e a difusão da microeletrônica e das tecnologias da informação e comunicação (TIC). Paralelas ao computador, da mecânica de precisão, novos dispositivos de automação (Computer-Aided Design/Computer-Aided Engineering/Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAE/CAM), controle numérico computadorizado (CNC), robôs, etc.), redes e ambientes virtuais de pesquisa e simulação **provocaram uma verdadeira revolução em como, quando, onde e para quem produzir e distribuir produtos e serviços.**

A microeletrônica, base para as tecnologias flexíveis, e o seu principal insumo, os semicondutores, vêm sendo desenvolvidos desde os anos de 1940 (DOSI, 2006). Na década de 1950, os progressos da microeletrônica e sua incorporação às máquinas-ferramenta (MF) de base eletromecânica buscavam sucumbir às rigidezes - ainda que no início não totalmente, mas progressivamente e ainda em andamento -, das tecnologias e processos produtivos característicos do modelo fordista de produção. O desenvolvimento tecnológico das MF, primeiramente a partir do comando numérico (CN), e posteriormente, na década de 1970, com o comando numérico computadorizado (CNC), representou uma mudança radical das formas e nos tipos de organização da produção, e teve igual significação para indústria metal-mecânica do que quando do aparecimento do modo fordista de produção em massa. (ERBER; VERMULM, 1993).

O CNC permite dar instruções codificadas e digitalizadas à maquinaria produtiva, seja sozinha no posto de trabalho, seja em uma combinação de máquinas. Se anteriormente, no campo dos produtos mecânicos, a forma de mecanização chamada ‘automatização rígida’ - através de equipamentos dedicados e linhas de transferência - era utilizada para produção de grandes volumes e baixa diversidade de produção de peças, o desenvolvimento paulatino de novas MF/CNC permitiu, ao longo do tempo, redefinir essas formas de produzir. **As inovações em tal artefato tecnológico permitem associar automação, precisão, integração e flexibilidade dos sistemas produtivos.** O que se denomina ‘automatização flexível’ é uma forma de automação que se adapta para produção de menores volumes e maior diversidade de produtos, o que possibilita a produção por lotes e/ou séries curtas. (SOIFER, 1986). A automação e interconexão microeletrônica de equipamentos e as novas relações entre empresas se dirigiram para maiores flexibilidade de operações, cooperação, alianças empresariais, fusões e aquisições. (FREEMAN; PEREZ, 1988). Da mesma forma, se com a automatização rígida as economias de escopo pareciam incompatíveis com as economias de

escala, no mundo da automatização flexível as economias de escopo são uma fonte importante das mesmas.

Com efeito, o próprio surgimento das MF/CNC (máquinas-ferramenta com comando numérico computadorizado) redefiniu radicalmente a indústria de MF ao abrir novas oportunidades tecnológicas tanto de processo produtivo visando ao aumento de produtividade quanto para o desenvolvimento de novos produtos e mercados, como oportunidades endógenas e exógenas à indústria. A descontinuidade tecnológica imposta pelo novo paradigma microeletrônico representou uma mudança de caráter definitivo tanto em termos de desenvolvimento de produto quanto de processo de produção. **Tal descontinuidade levou a um profundo processo de reestruturação e rejuvenescimento tecnológico.** Nestes termos, o regime tecnológico do setor de MF/CNC se revigorou, aumentando as oportunidades de investimento em novas tecnologias, mas o conhecimento base do setor também evoluiu para maior codificação, complexidade e integração com o conhecimento científico, ainda que o mesmo se caracterize por ser específico e aplicado. Por isso, a mudança de paradigma determinou uma mudança na trajetória e no regime tecnológico do setor, ao elevar a necessidade de investimentos em P&D e revigorar as capacidades tecnológicas acumuladas das empresas com o novo conhecimento base mais integrado, sistêmico e complexo.

Tais transformações provocaram uma alteração radical no padrão de concorrência no setor de MF. Os aspectos que adquiriram crescente importância foram o crescimento da escala de produção, capacidade das empresas incorporarem as inovações microeletrônicas no produto, crescente importância da automação e integração microeletrônica no processo de fabricação e desenho, e intensificação da relação com fornecedores e usuários (LAPLANE; FERREIRA, 1985; PASSOS, 1996; 1999). O próprio conceito de MF evoluiu para abarcar três faixas bem caracterizadas de mercado: “maquinaria de tecnologia tradicional (operada manual ou semi-automaticamente), maquinaria automática, eletrônica ou não, e sistema para produção, incluindo as máquinas especiais, os sistemas flexíveis (FMS), as ilhas ou células de produção (CELL), as linhas flexíveis de produção (FML), centro de usinagem e robôs”. (VERMULM, 2003, p.26).

Como importantes reflexos das estratégias tecnológicas, de “*timing*”, capacitações consolidadas das empresas e grau de estruturação dos mecanismos público-privado para criação e transmissão de conhecimento nas economias, a reestruturação industrial em nível mundial nas últimas décadas aparece como desafio a ser perseguido por estruturas econômicas em transição a um novo padrão de crescimento e desenvolvimento. Frente à necessidade de alcançar escalas mais elevadas de produção, desenvolvimento tecnológico,

melhoria na qualidade e diferenciação dos produtos e dos processos industriais, busca de mercados externos, atendimento ao mercado interno em melhores condições de qualidade e competitividade, a reestruturação industrial exige da empresa, com apoio do ambiente institucional e externalidades tecnológicas sistêmicas, a capacidade endógena de reagir aos desafios e oportunidades gerados pelas transformações estruturais e institucionais da economia mundial.

Com efeito, essa nova fase de mudanças estruturais das economias veio acompanhada de descontinuidades nas estratégias das firmas (e países), com importantes reflexos em seus “limites” organizacionais, processos de reestruturação e realocação/localização produtiva, parcerias estratégicas e relações entre empresas. Em síntese, a partir dos desafios impostos, as empresas buscam se reestruturar e construir vantagens competitivas dinâmicas através do desenvolvimento e incorporação das novas tecnologias aos produtos e processos, novas formas de gestão e organização produtiva, novas estratégias mercadológicas e alianças.

As mudanças tecnológicas e gerenciais em termos de produtos e processos são consideradas o epicentro da dinâmica econômica, constituindo elementos de criação e difusão de diversidade técnica e organizacional entre empresas, expressos pelos processos de concorrência e transformações da estrutura industrial a partir da sua base produtiva. O conjunto de mudanças envolve inovações não apenas na tecnologia de produto e nas formas de organização para produzir, mas também na infraestrutura, no tecido social e nas instituições, o que Freeman e Perez (1988) designam de mudanças do paradigma tecno-econômico. Em um contexto amplo, **o arcabouço cognitivo dos indivíduos e os paradigmas tecnológicos são fatores que influenciam em longo prazo as rupturas ou continuidades nas disciplinas científicas e nas tecnologias industriais** (DOSI, 2006; NELSON, 2006). A mudança tecnológica envolve um *trade-off* entre construção social e paradigmas tecnológicos.

Também designadas de Terceira Revolução Industrial, tais transformações ocorrem porque o novo paradigma tecnológico microeletrônico tem alta pervasividade no antigo paradigma eletromecânico, nas tecnologias de produto, de processo produtivo e serviços, consubstanciando mudanças do lado da oferta, das firmas e outras instituições/organizações, e do lado da demanda, decorrentes da modificação e diferenciação dos hábitos de consumo e nível de renda dos indivíduos. Resultados: **segmentos de mercado hiperdiferenciados e abertura de janelas de oportunidade**. Destarte, as mudanças no modo de vida das pessoas e nas operações e tecnologia das firmas aceleraram a competição e rivalidade entre empresas e países, intensificando os já então elevados gastos públicos e privados em P&D.

A competitividade das nações e regiões tendo como base as especificidades e *linkages* econômicos no território vem sendo nos últimos anos vista em um amplo contexto sócio-econômico e tecnológico em que se desenvolvem, ligando-as aos profundos processos de transformações globais e locais dos sistemas produtivos, instituições e mercados (PORTER, 1990; MASKELL; MALMBERG, 1999). **As novas tecnologias incorporadas em produto e processo acompanhadas com o aumento expressivo dos investimentos em P&D, novas formas de organização e novos bens de capital são o epicentro da dinâmica concorrencial da produção de bens e serviços de alta intensidade tecnológica, e as principais fontes do crescimento econômico das economias nos últimos 30 ou 40 anos.** Conforme Dosi (2006) a emergência de novos paradigmas é frequentemente relacionada a novas '*schumperian companies*', enquanto seu estabelecimento "definitivo" frequentemente manifesta-se como um processo de estabilização oligopolística.

A aceleração da criação, diversidade, complexidade e aumento da capacidade de armazenamento e processamento da informação não apenas revigoraram os mecanismos de aprendizagem tecnológica de diversos atores econômicos, mas também vieram acompanhados de aumento da velocidade e diminuição de custos de transmissão de dados; diminuição dos custos de transporte; abertura e ampliação dos mercados; aumento dos fluxos do comércio de bens e serviços e investimentos internacionais (diretos e de portfólio). O aumento do investimento direto externo (IDE) consonante as próprias estratégias de realocação internacional da produção industrial das grandes empresas transnacionais (ETNs) a partir de novas formas de organização produtiva foram acompanhadas do aumento do comércio intra-industrial das nações em decorrência das complementaridades produtivas das matrizes, filiais e fornecedores das grandes ETNs. Juntamente à desregulamentação dos mercados e de uma nova orientação de fundos de pensão, este conjunto de mudanças institucionais levou à ampliação das relações comerciais e financeiras internacionais. Portanto, o progresso técnico juntamente às mudanças políticas e institucionais nacionais, supranacionais e estratégias das firmas sedimentou o aprofundamento da internacionalização das economias, conceito contemporaneamente denominado de globalização.

A informação e o conhecimento são insumos críticos para gestação de novas tecnologias, incorporadas ou não, em produtos e serviços. Por isso, a esse novo padrão de crescimento e desenvolvimento das economias capitalistas industrializadas designa-se, muitas vezes, Economia da Informação e do Conhecimento. Nestes termos, a intensificação de processos de desenvolvimento tecnológico do paradigma microeletrônico por novas firmas schumpeterianas e sua difusão por imitadores aceleraram a geração de novos conhecimentos

teóricos, tecnológico e exploração comercial de produtos, processos e serviços. A desregulamentação e a privatização aliadas às novas tecnologias também contribuem para a globalização do capital e internacionalização da produção e consumo enquanto processos de mudanças institucionais e econômicas, ocorrendo avanços não uniformes no espaço geográfico e no tempo, com impactos diferenciais nas atividades tecnológicas de países e regiões.

Mesmo entre os países da OECD, os padrões tecnológicos desiguais devem-se à diversidade da cumulatividade das trajetórias tecnológicas e também refletem diferenças nas capacidades das empresas e instituições para gestão, financiamento, treinamento e, propriamente, para avaliar e explorar os benefícios dos aprendizados dos investimentos tecnológicos. (PATEL; PAVITT, 1998).

Com efeito, a expansão dos investimentos em conhecimento e informação implica um padrão mais sistêmico e integrado da sociedade, consolidando-os, como atestam Quadros *et alii* (2000, p.124), “como motrizes do ciclo de desenvolvimento econômico e na formação de poder e da riqueza das empresas, regiões e nações”. Os processos de criação, produção, distribuição e do uso do conhecimento e da informação são os “elementos nucleares da mudança social, do progresso tecnológico e do desenvolvimento das nações avançadas (OCDE, 1996)” (p.124).

Entre os problemas encontrados na literatura sobre processo de industrialização no Brasil, e embora levando em conta o vigor desta fase até o final da década de 1970, está o de que a indústria se concentrou na acumulação de capacidade de produção propriamente dita, enquanto um minoria de empresas realizaram esforços inovativos intencionais, tais como investimentos em P&D e a partir de interações produtor-usuário, visando a acumulação de capacidades tecnológicas. (CASSIOLATO, 1992; FERRAZ, 1987; CASSIOLATO; LASTRES, 2005). Diante do cenário de estagnação econômica, reestruturação patrimonial e hibernação inovativa da indústria brasileira na década de 1980, com a dupla reversão das estratégias de expansão das empresas multinacionais e das iniciativas produtivas e regulatórias do Estado, os desafios da economia brasileira para fazer frente ao novo paradigma tecno-econômico eram enormes. As economias avançadas (EUA, Japão, Alemanha, Itália, França) e outras em processo de *catching up*, como a Coreia do Sul e Taiwan, estavam em processos mais avançados de mudanças institucionais, produtivas e tecnológicas e já possuíam Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) completos e maduros. Ademais, a própria crise da economia brasileira e das finanças públicas na década de 1980 havia constrangido a formação de um mercado de massas e o desenvolvimento do sistema de

inovação brasileiro. (ERBER; VERMULM, 1993; GUIMARÃES; ARAÚJO JR.; ERBER, 1985). Isso porque, conforme Albuquerque (2009, p.61), ainda recentemente, o sistema de inovação brasileiro não é maduro nem completo já que se caracteriza pela existência de ilhas de excelência “nas quais a interação entre a dimensão científica e a tecnológica opera plenamente [...], assim como a enorme heterogeneidade e desigualdade existentes no sistema de inovação brasileiro”; a “amplitude dessa heterogeneidade é um desafio específico para o amadurecimento do sistema de inovação brasileiro e uma diferença com as condições iniciais dos processos de *catching up* bem-sucedidos”.

Portanto é a partir do amplo quadro descrito de mudanças tecnológicas, institucionais e econômicas em nível mundial e um conjunto de mudanças institucionais e reformas estruturais internas desde 1990 - com a intensificação da abertura comercial e financeira, desregulamentações de mercados e privatizações - que a economia e a indústria brasileiras vêm se adaptando. As novas políticas induziram transformações institucionais, sociais e econômicas tendo em vista desencadear os processos de reestruturação industriais em busca de maior competitividade, mas que teve reflexos desiguais sobre estrutura produtiva e capacidades tecnológicas de setores e empresas.

Esta tese segue esse recorte analítico para buscar caracterizar os principais impactos desse amplo quadro de mudanças tecnológicas e institucionais sobre o desempenho, estrutura e capacidades tecnológicas da indústria brasileira após 1990, e especialmente, do setor de máquinas-ferramenta (MF) no Brasil. Da mesma forma, aparece importante para análise a trajetória da economia e do processo de industrialização por substituição de importações no Brasil (PISI). Uma vez que em última instância são as empresas e organizações que possuem uma história e buscam mudar suas rotinas produtivas, tecnológicas e organizacionais com o apoio e incentivos do ambiente institucional (leis, códigos, políticas econômica, industrial e tecnológica, etc.) e da infra-estrutura (universidades, centros de pesquisa, etc.), é importante levar em consideração na análise o arcabouço regulatório do PISI e o ambiente em que as estruturas econômicas e sociais foram “edificadas”, da mesma forma que certas capacidades tecnológicas foram “adquiridas”. Em termos teóricos, a trajetória anterior de um sistema econômico (*path dependence*) importa. (NELSON, 2006). Portanto, **esta tese adere da teoria evolucionária a proposição segundo a qual o crescimento e o desenvolvimento econômico são processos expressos a partir da co-evolução das tecnologias, da estrutura industrial e das instituições.** (NELSON, 1998; 2001; CIMOLI; KATZ, 2002).

O estudo e a análise do crescimento e desenvolvimento da economia brasileira tendo como base essa proposição mais geral servirão de base analítica para o entendimento do tema



principal desta tese: a trajetória e o aprendizado tecnológico do setor de MF brasileiro. Objetivamente, busca-se explorar em que condições e quão importantes foram os incentivos da conjuntura internacional e das iniciativas do Estado para a aceleração do processo de industrialização, e para a gênese do setor de MF no Brasil, na década de 1930. Da mesma forma estuda-se a trajetória histórica e o aprendizado tecnológico do setor de MF até hodiernamente, levando em consideração as mudanças institucionais e tecnológicas como condições, incentivos e pressões para o processo de industrialização e diversificação estrutural da economia brasileira. Já em nível setorial, **consideram-se tanto o processo de industrialização que criou demanda ao setor de MF quanto a importância da mudança de paradigma tecnológico, dos esforços inovativos das empresas e a estrutura e sofisticação da demanda para desenvolvimento de novas capacidades tecnológicas e especialização dos fabricantes de MF.**

A partir da década de 1980 e, principalmente, após 1990, com a intensificação da abertura econômica e das reformas estruturais, o setor de MF empreendeu um profundo processo de reestruturação. Enquanto o paradigma tecnológico do setor de MF ainda estava por se estabilizar e assim as inovações passarem a ser mais incrementais, tal processo foi buscado pelas empresas visando ganhos de competitividade seja pelo aumento de produtividade e qualidade seja pelo desenvolvimento de novas MFs com a incorporação dos dispositivos de automação (CNC, servomecanismos, etc.) em tal artefato tecnológico. Entretanto, como não eram todas as empresas que acumularam capacidades tecnológicas específicas do paradigma mecânico através de investimentos em P&D e também não possuíam plantas produtivas propícias à obtenção de economias de escala, a mudança do paradigma tecnológico e a abertura econômica célere e mal planejada operaram para o aumento da já existente heterogeneidade competitiva dos fabricantes de MF.

**O sistema de inovação e produção de MF é um dos sistemas mais importantes que integram o sistema nacional de inovação de uma economia industrial. A hipótese principal desta tese é que o dinamismo deste sistema não depende apenas dos esforços inovativos dos produtores, mas também da estrutura da demanda e do grau de sofisticação dos usuários. Complementarmente, a dinâmica institucional da economia influenciou tal dinamismo ao condicionar os esforços dos produtores, a estrutura da demanda e o grau de sofisticação do usuário.** Nestes termos, a heterogeneidade competitiva entre os fabricantes de MF tem como causas básicas não apenas os distintos esforços inovativos entre os mesmos, mas também os baixos esforços inovativos dos demandantes de MF, principalmente quanto à preferência revelada destes pela inovação de processo que visam

a baixos custos e não as inovações de produto que visariam a liderança e a abertura de novos mercados, e que as quais demandariam MF mais especializadas. A base teórica de tal hipótese é a consideração da importância da interação intencional entre produtor-usuário para o desenvolvimento de novas MFs. (DOSI; PAVITT; SOETE, 1993; MALERBA, 2002). Como em última instância são os usuários que selecionam as inovações no mercado, os baixos esforços inovativos para acumulação de capacidades tecnológicas dos mesmos operam para manutenção da heterogeneidade e do hiato de tecnologia relativo dos fabricantes de MF nacionais em nível internacional, mesmo daqueles que continuam sendo competitivos nos segmentos de mercado em que atuam. **Esta tese busca, portanto, fazer uma análise histórica do processo de industrialização brasileiro tendo como base a percepção de que nele houve uma co-evolução das tecnologias, da estrutura industrial e do desenvolvimento das instituições para validar a hipótese de que a heterogeneidade competitiva e a especialização do setor de MF brasileiro devem-se aos distintos esforços inovativos entre os fabricantes, estrutura da demanda e grau de sofisticação do usuário.**

A fim de buscar melhor compreender o processo de industrialização e estudar a gênese, trajetória, especialização, esforços inovativos e características do sistema de inovação do setor de MF para corroborar tal hipótese, esta tese têm oito capítulos, contando com esta introdução.

No capítulo 2, “Natureza da mudança tecnológica e suas implicações para os sistemas de inovação e para competitividade”, faz-se a revisão crítica da literatura que trata do processo de mudança técnica e suas implicações sobre os conceitos de sistemas de inovação, seja o nacional, setorial ou local/regional, e para a competitividade. Busca-se um melhor entendimento do referencial teórico/analítico desenvolvido nos últimos 40 ou 50 anos, que constitui o programa de pesquisa neo-schumpeteriano ou evolucionário.

**A importância desse capítulo reside no delineamento do arcabouço teórico que, mesmo como uma teoria apreciativa, é de suma relevância para o entendimento do papel das mudanças tecnológicas e institucionais no capitalismo contemporâneo.** Nestes termos, faz-se uma revisão das contribuições seminais de Schumpeter para o debate e discute-se o referencial teórico/analítico e a micro-fundamentação da teoria neo-schumpeteriana sobre a natureza, a direção, o ritmo e os impactos dos processos de mudança técnica e institucional; os conceitos de padrão setorial e sistema de inovações, o papel dos investimentos e dos fatores sistêmicos que influenciam decisivamente a competitividade industrial e comércio exterior dos países.

O capítulo 3, “O setor de máquinas-ferramenta em perspectiva mundial”, visa explorar as características produtivas e tecnológicas do setor de MF a partir de uma perspectiva mundial e histórica, fazendo uma revisão bibliográfica sobre o caráter idiossincrático do setor em diversos países produtores, o papel da mudança técnica e a estrutura de produção e comércio internacional do setor de MF. **A relevância desse capítulo é mostrar que a importância do setor de MF é mais tecnológica do que econômica e que o padrão de comércio de tal artefato tecnológico é do tipo intra-industrial. Também se ressalta a revolução tecnológica recente e o novo padrão de concorrência que passam a caracterizar o setor.**

No capítulo 4, “Política econômica, arcabouço regulatório e trajetória do setor de máquinas-ferramenta no Brasil no período de industrialização por substituição de importações”, procura-se compreender as principais mudanças institucionais, as diferentes condições e circunstâncias para a aceleração do processo de industrialização na década de 1930 até 1980. **É dentro desse processo de amplas mudanças institucionais e econômicas que ocorrem a gênese e a consolidação do setor de máquinas-ferramenta (MF) brasileiro. A fim de apreender as especificidades do processo de industrialização e as mudanças institucionais que o “lastrearam”, afirma-se que tal processo foi idiossincrático, específico e configurou uma trajetória de industrialização que privilegiou a acumulação de capacidade produtiva ao invés da acumulação de capacidade inovativa.**

Conforme proposição proposta, se por um lado a co-evolução das tecnologias, da estrutura industrial e das instituições garantiu e possibilitou a (livre) entrada e o crescimento das empresas do setor de MF, de outro levou a deficiências competitivas, como baixas economias de escala, alta diversificação com falta de especialização produtiva e baixo dinamismo tecnológico e inovativo. Também foram poucas as empresas do setor de MF (assim como da indústria brasileira) que desenvolveram capacidade inovativa através de investimentos em P&D interno complementado a partir de contratos de licenciamentos e outros tipos de aprendizados tecnológicos. Ademais, a estrutura da demanda e a sofisticação dos usuários também devem ser levadas em conta na explicação do padrão de concorrência e ambiente inovativo no setor de MF brasileiro, hipótese que será discutida e defendida no capítulo 7.

O capítulo 5, “Reformas estruturais e política econômica na economia brasileira pós-1990”, tem como objetivo discutir e analisar os efeitos da abertura econômica e o aumento da “contestabilidade” na economia nacional buscando uma visão geral para entender o processo

de reestruturação industrial empreendida na década de 1990, e destacar a aderência e a direção dos ajustes setoriais às reformas estruturais e ao novo arcabouço regulatório e competitivo da economia. Entre tais reformas destacam-se a abertura comercial e financeira e a política industrial no início da década de 1990, o Plano Real e seu sucesso no processo de estabilização da inflação, e a política industrial, tecnológica e de comércio exterior nos anos recentes após 2003. A partir de evidências empíricas analisam-se as mudanças e os ajustes estruturais da indústria brasileira e faz-se uma avaliação desses ajustes em nível interpretativo através de revisão bibliográfica sobre o assunto. **As principais conclusões são as de que as reformas estruturais sancionaram uma especialização produtiva que a economia brasileira já tinha conquistado na década de 1970, e não induziram um aumento da capacidade de inovação da indústria do País.** Se as capacidades produtivas e inovativas são complementares para o crescimento e/ou manutenção da competitividade (BELL; PAVITT, 1993), pode-se afirmar que o aumento de capacidade inovativa da indústria nacional ainda constitui o principal objetivo a ser alcançado.

O capítulo 6, “Processo de reestruturação do setor de máquinas-ferramenta pós-1990: mudanças institucionais, desempenho e especialização”, objetiva compreender a aderência e a direção do processo de reestruturação no setor de MF a partir das mudanças induzidas pela abertura comercial e pelo novo ambiente competitivo, principalmente, tendo em vista quatro considerações: a) as tendências e o padrão de concorrência do setor em nível internacional; b) as características gerais dos ajustes produtivos e tecnológicos empreendidos pelas empresas, levando em conta suas especificidades históricas, principalmente, no que diz respeito às capacidades tecnológicas “adquiridas”; c) a especialização e os possíveis ganhos de escala produtivos (e diminuição de preços) do setor com a abertura comercial; e d) as condições sistêmicas para competitividade quanto a taxas de juros e câmbio, financiamento, preços dos insumos, carga fiscal e política industrial. Também se busca compreender o esforço de reestruturação do setor a partir de indicadores derivados da Pesquisa Industrial Anual/Empresa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Seja devido às condições desfavoráveis de conjuntura macroeconômica (taxas de juros, taxas de câmbio, turbulência, etc.) ou a um ambiente inovativo e sistêmico pouco dinâmico, as empresas do setor de MF empreenderam um processo de reestruturação, pode-se dizer, conservador, face à possibilidade quase ilimitada de importações de MF desenvolvidas em países que possuem sistemas nacionais de inovação maduros e desenvolvidos, conquanto a maiores economias de escala produtiva e preços menores. **Como ocorreu em outros setores que se caracterizam por maior dinamismo tecnológico, o processo de reestruturação do**

setor de MF brasileiro foi em direção à especialização em produtos de menor complexidade tecnológica tendo em vista o mercado internacional de MF, contribuindo para o aumento da já existente heterogeneidade intrassetorial devido à consolidação produtiva e tecnológica das empresas líderes.

O capítulo 7, “Dinâmica inovativa e aprendizado tecnológico no setor de máquinas-ferramenta brasileiro à luz da teoria neo-schumpeteriana”, desenvolve e complementa as análises dos capítulos anteriores para explicar porque a heterogeneidade competitiva tem como causas básicas a heterogeneidade tecnológica do setor de MF, a qual será caracterizada a partir dos distintos esforços inovativos e aprendizados tecnológicos entre os fabricantes de MF. Ademais, neste capítulo defende-se a hipótese de que a estrutura da demanda e as capacidades tecnológicas dos usuários de MF são cruciais às empresas de MF, seja consonante à natureza e solidez das oportunidades de avanço tecnológico, seja referente à habilidade das empresas apropriarem-se dos lucros da inversão privada em P&D. Com efeito, a estrutura do mercado e o desempenho tecnológico das empresas são gerados de maneira endógena. **A análise desenvolvida corrobora a afirmação de que a heterogeneidade competitiva tem como causa básica a heterogeneidade tecnológica quanto aos distintos esforços inovativos e aprendizados tecnológicos empreendidos tanto entre fabricantes de MF quanto entre usuários.**

No capítulo 8 estão as conclusões finais, onde se defendem os principais argumentos e busca-se a sustentação da hipótese apresentada. **A análise histórica do processo de industrialização brasileiro tendo como base a ideia de que nele houve uma co-evolução das tecnologias, da estrutura industrial e do desenvolvimento das instituições contribui para a defesa da hipótese de que a heterogeneidade competitiva e a especialização do setor de MF brasileiro devem-se aos distintos esforços inovativos entre os fabricantes, estrutura da demanda e sofisticação do usuário de MF.** O caráter idiossincrático e específico do processo de industrialização brasileiro, juntamente aos ajustes produtivos e à internacionalização em mais de duas décadas de abertura econômica, ajudam a compreender porque o desenvolvimento de capacidade inovativa e o amadurecimento do Sistema Nacional de Inovação, com destaque para o sistema de inovação do setor de MF, devem ser considerados importantes e urgentes.

## **2 A NATUREZA DA MUDANÇA TECNOLÓGICA E SUAS IMPLICAÇÕES PARA OS SISTEMAS DE INOVAÇÃO E PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO**

As investigações sobre as causas e a natureza da mudança tecnológica fizeram com que se dilatasse a direção e o escopo da análise econômica para além do campo da apreciação estática tradicional (neoclássica). Parafraseando Schumpeter, o progresso técnico é um processo contínuo de “destruição criativa”, onde importa menos a análise estática do sistema econômico (lógico-formal) – de curto prazo - quando o mais importante é analisar o movimento histórico do processo, com seus efeitos de descontinuidades sobre os processos inovativos de setores econômicos e indústrias e o desenvolvimento econômico.

O objetivo desse capítulo é buscar compreender a literatura que trata do processo de mudança técnica e suas implicações sobre os conceitos de sistemas de inovação, seja o nacional, setorial ou local/regional. Busca, portanto, o entendimento do referencial teórico/analítico desenvolvido a partir das ideias seminais de Schumpeter, que constituem nos últimos 40 ou 50 anos o programa de pesquisa (no sentido de Lakatos) neo-schumpeteriano ou evolucionário. O capítulo também visa a descrever brevemente um quadro sobre os fatores sistêmicos, estruturais e em nível empresarial que exercem influência sobre competitividade da indústria. Se o primeiro objetivo faz uma revisão teórica e analítica do trabalho dos autores neo-schumpeterianos, o segundo objetivo tem como apoio o Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira (ECIB) organizado por Coutinho e Ferraz (1993).

Especificamente, investiga-se a microfundamentação teórica da mudança tecnológica quanto a como as empresas constroem capacidades inovativas que visam à obtenção de vantagens competitivas dinâmicas. Nestes termos, a empresa é o epicentro da dinâmica econômica, constituindo-se no agente principal que desencadeia o processo evolucionário (NELSON; WINTER, 2005; DOSI, 2006). Mas os ambientes econômico, social e institucional em que as empresas se inserem são tão ou até mais importantes para o desempenho competitivo, tecnológico e mercadológico das mesmas. Portanto, se as firmas são o epicentro da dinâmica tecnológica, os setores econômicos e as indústrias constituem a instância mesoeconômica cujos processos inovativos conformam e provocam transformações estruturais em nível setorial. Por sua vez, em nível macroeconômico, o dinamismo e as transformações estruturais em nível mesoeconômico, juntamente ao ambiente mais geral em que as empresas estão inseridas, condicionam o crescimento e o desenvolvimento econômico.

Ademais, as empresas e organizações e suas relações e interações são mediadas pelas instituições. Neste ponto particular, estas últimas conformam o regime de incentivos ou arcabouço regulatório legal e ambiente competitivo que restringem, liberam e dão suporte às decisões e interações dos agentes econômicos e sociais. As instituições também podem atenuar as incertezas dessas interações e do ambiente econômico (CONCEIÇÃO, 2002). O conjunto de instituições informais e formais, o arcabouço regulatório e competitivo de uma economia e, principalmente, aquelas instituições voltadas para as inovações tecnológicas, conformam os sistemas de inovação tanto em nível nacional, como também setorial e local/regional. O Sistema Nacional de Inovações (SNI), por sua vez, integra diversos outros subsistemas, como os Sistemas Setoriais de Inovações (software, biotecnologia, aeroespacial, máquinas-ferramenta, etc.) e/ou Sistemas Locais/Regionais de Inovação, conhecidos no Brasil como *Clusters* ou Arranjos Produtivos Locais. Geralmente, cada um desses estudos tem recorte analítico/metodológico particular (regional, setorial, nacional), que visa a estudá-los apropriadamente. O capítulo 7 dessa tese, como visto, visa, entre outros objetivos, a estudar o sistema de inovação do setor de máquinas-ferramenta brasileiro.

**Com a ampla mudança no arcabouço regulatório e competitivo da economia brasileira desde o final da década de 1980 e intensificado nas duas últimas décadas (1990 e 2000) faz-se necessário fazer uma revisão da literatura analítica sobre as condições sistêmica, estrutural e em nível da empresa sobre a questão da competitividade industrial. Nos dois casos nota-se que a competitividade e a inovação em sentido lato são acima de tudo de ordem estrutural e sistêmica. Essa característica sistêmica enfatiza a importância da ação coordenada de uma miríade de atores, organizações e instituições para o desempenho tecnológico e competitivo das empresas e do desenvolvimento dos países.**

A fim de discutir para melhor compreender tais elementos, este capítulo divide-se em quatro seções. A seção 2.1 faz uma revisão das contribuições seminais de Schumpeter para o debate. Na seção 2.2 busca-se, através de quatro subseções, discutir o referencial teórico/analítico e a micro-fundamentação das teorias neo-schumpeteriana sobre tanto a natureza, a direção, o ritmo e os impactos mudança técnica quanto o conceito de padrão setorial de mudança técnica e sistema de inovações. Na seção 2.3 propõe-se uma análise da dinâmica do desenvolvimento quanto ao papel do investimento e das inovações sobre a competitividade e comércio internacional, e uma breve descrição dos fatores sistêmicos e estruturais que influenciam decisivamente a competitividade industrial de um país. Na seção 2.4 fazem-se breves considerações finais.

## 2.1 O Papel das Inovações no Pensamento Evolucionário de Schumpeter

A contribuição decisiva de Schumpeter para a compreensão do desenvolvimento foi explicar os distúrbios no fluxo circular da renda através dos desequilíbrios provocados por inovações tecnológicas. Em sua Teoria do Desenvolvimento Econômico (1996), **Schumpeter coloca a mudança tecnológica como o centro da dinâmica capitalista, onde empresários realizam novas combinações de fatores produtivos que provocam distúrbios e desequilíbrios no sistema.** “O desenvolvimento [...] é uma mudança nos canais do fluxo, perturbação do equilíbrio, que altera e desloca para sempre o estado de equilíbrio previamente existente” (SCHUMPETER, 1997, p.75). “Pode-se dizer que os escritos de Schumpeter estavam de fato inseridos na tendência dominante da história do pensamento econômico, que, desde Adam Smith, passando por Marx e Marshall, sempre se preocupou bastante com os problemas do desenvolvimento econômico” (NELSON, 2006, p.146-147)<sup>1</sup>.

A inovação é entendida por Schumpeter como uma nova combinação de fatores produtivos empregados e disseminados pelos empresários, mediante a utilização de crédito bancário – novo produto, novo método de produção, novo mercado, nova fonte de matéria-prima, nova organização administrativa. Segundo Schumpeter, a realização de novas combinações engloba cinco casos: 1) introdução de um novo bem ou de uma nova qualidade de um bem; 2) introdução de um novo método de produção e distribuição que “ainda não tenha sido testado pela experiência no ramo” e que “de modo algum precisa ser baseada numa descoberta científica nova”, e pode “consistir também em nova maneira de manejar comercialmente uma mercadoria; 3) abertura e/ou exploração de um novo mercado; 4) conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou de produtos intermediários

---

<sup>1</sup> A teoria econômica clássica fornece um importante método para iluminar a dinâmica e os efeitos da mudança técnica nos padrões de transformação e crescimento, assim como para analisar as forças genéricas, como a tendência à equalização das taxas de lucro, mudança dos preços relativos, custos dos meios de produção e da força de trabalho, produtividade do trabalho, etc.. Segundo Dosi (2006, p.23) “a macroeconomia ‘clássica’ pode ser considerada similar à termodinâmica ‘clássica’, necessitada de uma teoria browniana”, microeconômica, que ligue os movimentos micro e macro, “explicando por que e como os macroestados mantêm-se em equilíbrio ou vão mudando”. Por exemplo, o processo de “concorrência schumpeteriana” (Schumpeter em A Teoria do Desenvolvimento Econômico) - cujo mecanismo de ajuste envolve um processo radicalmente diferente do processo proposto pela teoria neoclássica – “não é muito diferente dos ‘microfundamentos’ implícitos na teoria dinâmica de alguns economistas clássicos (Smith e Ricardo), e explícitos em Marx” (DOSI, 2006, p.148). Ademais, “observemos a esse respeito que o pensamento econômico (neoclássico) prevaiente parece ser cientificamente regressivo, apenas sendo capaz de revelar-nos cada partícula que “otimiza seus movimentos”. Essa teoria ora é trivial – sempre que houver apenas uma única direção para a partícula seguir – ora é indeterminada – quando as possíveis direções são muitas, e não sabemos exatamente o que, quando e como cada partícula está otimizando. Sem dúvida, a física nunca levou a sério o paradoxo do “demônio de Maxwell”, que admite que todas as moléculas seguem uma única direção definida. Na economia, pelo contrário, recebemos o legado de uma “teologia da mão invisível”, que de fato é levada muito a sério”. (DOSI, 2006, p.23).



“independente do fato de que essa fonte já existia ou teve que ser criada”; e 5) estabelecimento de uma nova organização econômica em qualquer indústria, podendo ser tanto a criação ou a fragmentação da posição de um monopólio, geralmente temporário. (SCHUMPETER, 1997, p.76-77). **Portanto, foi Schumpeter que associou mais claramente o desenvolvimento econômico à invenção e difusão de inovações, principalmente tecnológicas e institucionais.**

O empresário schumpeteriano é o elemento central da transformação do sistema capitalista. Orientado pela necessidade de sobreviver ao processo de concorrência, ou pelo lucro extraordinário ou posições monopolistas, ele muda sua rotina de tomada de decisões e inova, abrindo novos caminhos no capitalismo, nunca antes percorridos. Por outro lado, acaba atraindo grande número de imitadores, a ponto da concorrência destes ir diminuindo e até fazer desaparecer os lucros dos frutos de suas inovações.

Schumpeter buscou fazer uma crítica a partir de dentro do próprio *framework* teórico walrasiano estático da análise do equilíbrio. Fez uso importante da teoria do equilíbrio geral na sua análise, mas considerou essa hipótese apropriada apenas para analisar o conjunto de forças para restaurar o sistema econômico no caminho do equilíbrio quando, por exemplo, o crescimento econômico foi gerado por um crescimento da população, da poupança e/ou da moeda. Sua crítica se voltou à aptidão da economia walrasiana de examinar apenas o “processo estacionário”, o qual, na verdade, não muda por iniciativa própria, pois produz taxas constantes de crescimento da renda real através do tempo.

O objetivo da teoria que Schumpeter construiu foi mostrar que o processo estacionário sofre distúrbios constantes, provocados por forças internas e externas, um modelo teórico que busca responder como o sistema econômico gera forças que incessantemente muda ele, como um processo de mudança econômica no tempo. (ROSENBERG, 1994, p.48-49).

Sua crítica à economia neoclássica foi ampla, tal como sua consideração de que as discontinuidades tecnológicas dos investimentos inviabilizam a análise estática (marginal) do problema do desenvolvimento e da mudança da “vida econômica”. Estas mudanças na vida econômica têm como motivação

a mudança dos dados, às quais tende a se adaptar. Mas esse não é o único tipo de mudança econômica; há outro que não é causado pela influência dos dados externos, mas que emerge de dentro do sistema, e esse tipo de mudança é a causa de tantos fenômenos econômicos importantes que parece valer a pena construir uma teoria para ele, e para isso, isolá-lo de todos os outros fatores de mudança [...] o que estamos prestes a considerar é o tipo de

mudança que emerge de dentro do sistema que desloca de tal modo o seu ponto de equilíbrio que o novo não pode ser alcançado a partir do antigo mediante passos infinitesimais. Adicione sucessivamente quantas diligências quiser, com isso nunca terá uma estrada de ferro. (SCHUMPETER, 1997, p.75).

A importância do progresso técnico para explicar o desenvolvimento econômico e as ondas de crescimento na era capitalista pode ser resumida na seguinte pergunta: “por que é que o desenvolvimento econômico [...] não avança uniformemente como cresce uma árvore, mas por assim dizer, espasmodicamente: por que apresenta ele esses altos e baixos que lhe são característicos?” (SCHUMPETER, 1997, p.210-211). A resposta do autor é curta e precisa: *“porque as combinações novas não são [...] distribuídas uniformemente através do tempo [...], mas aparecem, se é que o fazem, descontinuamente, em grupos ou bandos”* (grifo do autor, p.211).

Schumpeter queria realçar a natureza descontínua do processo inovativo, pois o agrupamento de inovações estava no centro de sua teoria de ciclo econômico (ROSENBERG, 1979). Ele se concentrou mais na explicação das implicações das inovações que provocam distúrbios, saltos de produtividade, deslocamentos da função de produção que rompem o fluxo circular regular e promoviam o crescimento econômico. Ondas de crescimento seriam desencadeadas por empresários schumpeterianos que modificam o ambiente através de novas combinações de fatores produtivos. Essas ações são empreendidas com a utilização de crédito bancário, cujo impacto nos custos, lucros e mercados das empresas aumenta a renda real e o fluxo monetário do sistema econômico.

Em Schumpeter, assim como em Marx, as inovações tecnológicas estabelecem um poder de monopólio e uma taxa de lucro diferencial para o capitalista inovador através da criação de um novo produto ou utilização de novos métodos de produção. A difusão dessas “novas combinações” através do processo de concorrência schumpeteriana erodem os lucros e o poder de monopólio da firma.

Em seu trabalho posterior, *Capitalismo, Socialismo e Democracia*, Schumpeter (1984) enfatizou o papel das atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) das grandes corporações para criação de novos produtos e tecnologias. **Para ele, as vantagens de aptidão para a inovação de grandes firmas são devido às economias de escala em P&D, níveis de produção, capacidade produtiva, arranjos organizacionais e finanças, que lhes permite explorar rapidamente uma nova tecnologia numa escala relativamente alta. No entanto,**

**o autor assinala que apenas o tamanho das firmas também não era condição necessária nem suficiente para o sucesso inovativo.**

Nelson (2006, p.163) acredita que a principal influência de Schumpeter foi a de estimular economistas a ver a inovação como um aspecto central da vida econômica, e que o progresso econômico é “o mais importante em longo prazo, mais do que a eficiência estática”. O autor também destacou características outras além do preço, como a qualidade e a diferenciação de produto, como armas competitivas muito mais importantes para o capitalista.

O capítulo 7 do livro *Capitalismo, Socialismo e Democracia* relativo ao “Processo de Destruição Criadora” é, seguramente, o mais famoso da obra. Nesse capítulo, a inovação aparece como um processo de destruição criadora, algo endógeno ao sistema capitalista. Embora busque explicar que as guerras e as revoluções são forças poderosas de mudanças econômicas, realça mais uma vez que **os principais fatores de mudanças, intrínsecos à vida econômica, estão nas esferas dos processos de produção e de distribuição de mercadorias. Estes processos estão em permanente mutação, continuamente em revolução, por dentro das estruturas econômicas e que destroem as antigas estruturas, constituindo a essência do movimento do desenvolvimento capitalista.** Nesse sentido, “a ideia de capitalismo se identifica com a existência de um processo de mutação industrial que revoluciona incessantemente a estrutura econômica desde dentro, destruindo ininterruptamente o antigo e criando continuamente novos elementos”. (DEZA, 1995, p.113).

A característica principal do capitalismo é que ele é um processo evolucionário:

The essential point to grasp is that in dealing with an evolutionary process [...] Capitalism [...] is by nature a form or method of economic change and not only ever is but never can be stationary. And this evolutionary character of the capitalist process is not merely due to the fact that economic life goes on in a social and natural environment which changes and by its changes alters the data of economic action; this fact is important and these changes (wars, revolutions and so on) often condition industrial change, but they not its prime movers. Nor is this evolutionary character due to a quasi-automatic increase in population and capital or to the vagaries of monetary systems of which exactly the same thing holds true. (SCHUMPETER, 1947, p.82 *apud* ROSENBERG, 1994, p.51).

Tal como Marx, Schumpeter fez uma abordagem abrangente do desenvolvimento capitalista, não apenas referentes a fatores estritamente econômicos, mas também a aspectos históricos e políticos na determinação das forças capitalistas, justamente a partir do ponto de vista das inovações tecnológicas, dos novos processos produtivos e das novas mercadorias.

**Sua intenção foi desenvolver uma teoria do capitalismo cuja característica essencial é seu processo evolucionário, uma análise do desequilíbrio, e não os mecanismos que levariam o sistema ao “equilíbrio estacionário”.**

## 2.2 Micro-fundamentação Neo-schumpeteriana da Mudança Tecnológica

A conduta da firma em obter capacitação para inovar se baseia em uma abordagem sistêmica em que a inovação é construída de forma não linear e considera-a como um resultado de esforços intencionais, ações de colaborações e interações entre diversos atores econômicos e sociais (firmas, organizações, etc.) com conhecimentos e habilidades obtidos por processos de aprendizagem diferentes. Embora as inovações sejam diferentes e envolvam particularmente um conhecimento base específico e relevante para o desenvolvimento do artefato tecnológico, há toda uma literatura teórica desenvolvida pelos economistas neo-schumpeterianos a fim de estudar a natureza, a direção, o ritmo e os impactos das inovações. O objetivo dessa seção a partir de quatro subseções é aprofundar o entendimento da teoria neo-schumpeteriana sobre a mudança técnica.

### 2.2.1 Teorias da Mudança Técnica: Indução pela Demanda vs. Impulso pela Tecnologia

Nas décadas de 1950-60 havia duas abordagens básicas sobre a explicação da força motora da atividade inventiva e inovativa: os modelos de mudança técnica *demand-pull* e o *technology-push* ou *science-push*. O primeiro reserva o papel mais importante da demanda na indução de esforços inovativos<sup>2</sup>. No segundo modelo, a tecnologia, como um fator autônomo, ou quase autônomo, impulsiona a atividade inventiva.

---

<sup>2</sup> Schmookler (1966) encontrou uma alta correlação entre invenções de bens de capital para uma indústria e o volume de vendas de bens de capital daquela indústria quando examinou dados *cross-sections* de um grande número de indústrias nos anos antes e depois da II Guerra Mundial. Ele concluiu que a demanda, através de sua influência sobre o tamanho do mercado para uma particular classe de invenção, é um dos determinantes decisivos de alocação de esforços inventivos (OECD, 1992, p.44, nota 2). Segundo Dosi, Pavitt e Soete (1993) Raymond Vernon (1966) e Burenstam Linder (1961) também associaram padrões de inovações aos padrões de demanda nacionais. Para Vernon, as empresas nos países avançados têm um acesso igual ao conhecimento tecnológico para a inovação, mas as diferenças internacionais na demanda de mercado doméstica conduzem a diferentes regimes de incentivos nacionais e taxas de inovação. Como argumentou, dada uma escassez de trabalho, a demanda estadunidense de inovações que poupam força de trabalho tem sido mais alta que em outras partes do mundo; daí a vanguarda desse país no desenvolvimento de inovações, principalmente de bens de capital, como as máquinas de costura e de escrever e o trator. Já Linder sugere a ligação entre comércio internacional, estrutura da demanda interna e transformação industrial. Quanto mais semelhante for a renda *per capita* e, conseqüentemente, a estrutura de demanda entre dois países quaisquer, maior a intensidade e potencial de comércio internacional entre eles. Não obstante, as inovações e a diversificação da demanda, e o aprendizado

No modelo de mudança tecnológica induzida pela demanda, há uma causalção linear e unidirecional na direção produção-tecnologia-ciência. A demanda induz e, endogenamente, seleciona as “trajetórias” de mudança tecnológica. Já o modelo *technology-push* considera a sequência da mudança técnica a partir da ciência-tecnologia-produção. Neste, a pesquisa científica e tecnológica cria uma oportunidade exógena que impulsiona a inovação. Os dois modelos são passíveis das mesmas críticas.

O modelo *technology-push* é oposto ao *demand-pull*, mas ambos são iguais no que diz respeito à linearidade e unidirecionalidade dos fatores que induzem (demanda) ou puxam (ciência e tecnologia) a mudança técnica. O *demand-pull* falha “em explicar o *timing* das inovações e a existência de descontinuidades em seus padrões” (DOSI, 2006, p.35). Já o *technology-push* falha ao ignorar os fatores econômicos, ao não introduzir o papel das instituições e a interação de fatores do mercado e não mercado no processo inovativo. O crescimento da pesquisa científica é tido como sendo exogenamente determinado, e não são feitas tentativas de ligar isto com a evolução das tecnologias e com o padrão da indústria, mercados ou com as instituições que as apoiam (OECD, 1992, p.45, nota 14)<sup>3</sup>.

A existência de um grande número de tecnologias e suas respectivas lógicas internas e trajetórias evolutivas, em determinados setores, indústrias ou firmas, se dá em meio a continuidades, incentivos e oportunidades diferentes, por causa de distintos graus de complexidade e especificidade de cada conhecimento tecnológico base, ou seja, de cada tecnologia<sup>4</sup>. Tecnologias diversas têm diferencialmente determinados conjunto de práticas e

---

tecnológico de bens manufaturados são considerados os principais elementos para expansão do potencial de comércio de um país. Na mesma linha, o trabalho de Paul David buscou mostrar, a partir da comparação da economia inglesa com a norte-americana, que os níveis e mudança no preço relativo do trabalho e da maquinaria têm sido estímulos importantes para a mecanização da economia estadunidense. Segundo Dosi, Pavitt e Soete (1993, p.90), todavia, o vínculo entre mudanças nos preços relativos e padrões de mudança tecnológica no trabalho de David (1975) se explica mediante a introdução de hipóteses não neoclássicas a respeito de trajetórias tecnológicas “normais” de desequilíbrio entre os dois países, irreversibilidade dos padrões de mudança e dos “limites” tecnológicos da provável direção do progresso técnico.

<sup>3</sup> Deve-se prestar atenção ao fato que não é possível formular uma teoria geral da mudança técnica baseada exclusivamente no modelo de *technology push* ou *demand pull*. Segundo Cimoli e Della Giusta (1998, p.05) “Both the demand pull and technology push explanation include elements which make them applicable to describe innovative processes in certain sectors or in certain periods of the historical dynamics of technology, with one model prevailing over the other depending on the circumstances”.

<sup>4</sup> A especialização na produção de conhecimento é uma característica central das firmas inovativas, tal como preconizou Smith (PAVITT, 1998, p.434). A ideia de que o crescimento da produtividade do sistema depende da divisão do trabalho, assim como os melhoramentos dos produtos e dos processos produtivos, abriu um campo de grande importância a partir da associação de que de cada produto ou artefato tecnológico podem ser distinguidos através das características naturais do conhecimento tecnológico base incorporado neles. O aperfeiçoamento e desenvolvimento da organização do processo de trabalho é fundamentalmente um processo de divisão técnica e social do trabalho, e o desenvolvimento e utilização de melhores máquinas e equipamentos: “All the improvements in machinery, however, have by no means been the inventions of those who had occasion to use the machines. Many [...] have been made by the makers of the machines, when to make them became the business of a peculiar trade: and some by [...] those who are called philosophers, or men of speculation, whose

heurísticas para a solução de problemas setoriais específicos. Estes dão origem a trajetórias de tecnologia particulares, pois envolvem a acumulação de conhecimentos científicos e tecnológicos de determinada área, que são estimulados pela demanda e/ou pela pesquisa. Nestes termos, **há uma relação complexa entre ciência, tecnologia e economia.**

A disponibilidade ou escassez de recursos podem estimular determinados padrões de atividades produtivas e tecnológicas, assim como determinado nível de renda *per capita*<sup>5</sup>. Outros mecanismos de indução, como diferentes preços de energia e especificidades da demanda nacional, tal como clientes sofisticados ou mesmo a distribuição de renda, também podem estimular (ou desestimular) determinados padrões produtivos e tecnológicos nacionais. Os paradigmas tecnológicos também definem os limites dos efeitos de indução que podem exercer as mudanças das condições do mercado e dos preços relativos sobre a direção do progresso técnico. Portanto, nesse “modelo” de dinâmica do desenvolvimento tecnológico, a “estrutura do mercado e o desempenho tecnológico são gerados de maneira endógena por três grupos de determinantes fundamentais: a estrutura da demanda, a natureza e solidez das oportunidades de avanço tecnológico e a habilidade das empresas para apropriar-se dos lucros da inversão privada em pesquisa e desenvolvimento” (DOSI, PAVITT; SOETE, 1993, p.103). Portanto, **os esforços inovativos também são função da estrutura e grau de sofisticação da demanda e das condições de apropriabilidade das inovações, pois o investimento para exploração de uma oportunidade técnica somente ocorre se houver uma demanda presente e potencial para a inovação.** (DOSI; ORSENIGO, 1988, p.230 *apud* BAPTISTA, 1997, p.20).

As características da estrutura da demanda nacional não podem explicar todas as áreas significativas das atividades inovativas nacionais. O hiato tecnológico entre países também é relacionado com o processo de acumulação de capital e de capacidades

---

trade is not to do anything but to observe everything: and who, upon that account are often capable of combining together the powers of the most distant and dissimilar objects. [...] Like every other employment [...] it is subdivided into a number of different branches, each of which affords occupation to a peculiar tribe or class of philosophers; and this subdivision of employment in philosophy, as well as in every other business, improves dexterity and saves time”. (SMITH, 1776, p.8, *apud* PAVITT, 1998, p.433).

<sup>5</sup> Os níveis de produtividade do trabalho não são reflexos puros de níveis de tecnologia. Eles dependem da riqueza de recursos naturais dos países em relação às suas populações, acumulações passadas de capital reproduzível, tanto físico quanto humano, inclusive que independem dos níveis tecnológicos em um grau ou outro. Já as taxas de crescimento da produtividade do trabalho são condicionadas pelo ritmo de acumulação de capital que podem refletir oportunidades de fazer avanços na tecnologia; mas as taxas de formação de capital também podem ser independentes, até certo ponto, dos potenciais para o avanço tecnológico. O nível e crescimento de produtividade também dependem da capacidade dos países de empregar a melhor prática tecnológica vigente e suas capacidades sociais. O acesso a economias de escala é talvez a questão mais importante, pois se a tecnologia avançada for fortemente dependente da escala e se os obstáculos ao comércio além das fronteiras nacionais são importantes, países grandes terão um potencial de crescimento mais forte do que os menores. (ABRAMOWITZ, 1986).

tecnológicas pelas empresas e instituições, como resultado de processos de aprendizagem em pesquisa, desenvolvimento, imitação e melhoramentos tecnológicos contínuos. As diferenças internacionais nos níveis e nas taxas de crescimento das atividades tecnológicas são função do contexto geral da educação, da capacidade de administração da ciência e engenharia, das habilidades da força de trabalho, da natureza do sistema financeiro e das características das grandes empresas e da organização industrial (DOSI, PAVITT; SOETE, 1993, p.116).

Rosenberg (1979; 2006), Dosi, Pavitt e Soete (1993) e outros autores destacam que os preços relativos da força de trabalho, capital, energia, insumos, etc. são fatores que influenciam a direção da mudança tecnológica. Também se credita a outros importantes fatores, comuns a todos os países, que afetam e estimulam os padrões nacionais de acumulação tecnológica, como os desequilíbrios tecnológicos entre processos interdependentes e os impactos adversos e repentinos, de alguma maneira exógenos (crises, greves, acidentes, desastres naturais, etc.), sobre as fontes habituais de oferta. Estes outros mecanismos de indução tecnológica impulsionam inovações porque implicam sequências compulsivas que dirigem a atenção do pessoal técnico competente para a solução de problemas de importância prática. A essa atenção do pessoal técnico dirigida para solução de problemas tecnológicos Rosenberg (1979) define como sistemas de enfoque. Posteriormente, Nelson e Winter (2005) sugeriram o conceito de trajetória natural, enquanto Dosi (1988; 2006) recomendou o conceito de paradigma tecnológico.

### 2.2.2 Tecnologia e Economia: os Paradigmas e as Trajetórias do Progresso Técnico

Definem-se, então, respectivamente, os conceitos de tecnologia e inovação. Segundo Dosi,

(d)efinimos a tecnologia como um conjunto de parcelas de conhecimento – tanto diretamente “prático” (relacionado a problemas e dispositivos concretos), como “teórico” (mas praticamente aplicável, embora não necessariamente já aplicado) – de *know-how*, métodos, procedimentos, experiências de sucesso e insucessos e também, é claro, dispositivos físicos e equipamentos. Os dispositivos existentes incorporam as realizações do desenvolvimento de uma tecnologia, de uma dada atividade de resolução de problemas.

Ao mesmo tempo, uma parte “desincorporada” da tecnologia compõe-se de expertise específica, da experiência proveniente tanto de esforços quanto de soluções tecnológicas do passado, juntamente com o conhecimento e as realizações do estado-da-arte. (DOSI, 2006, p.40).

## Segundo Rosenberg, a inovação

em termos econômicos, não é um ato único e bem definido, senão uma série de atos muito unidos ao processo inventivo. A inovação adquire importância econômica só através de um processo extensivo de redesenho, modificação, e mil pequenas melhorias adequadas ao mercado de massas, para a produção por meio de novas técnicas de produção massiva, e pela eventual impossibilidade de um completo campo de atividades complementares [...]. (ROSENBERG, 1979, p.88).

**A articulação desses dois conceitos sugere que a inovação é um resultado de busca intencional de introdução de novas tecnologias de forma exitosa no mercado. Esse é o próprio conceito de Schumpeter.**

Há dois tipos de inovação: as incrementais e as radicais. O conceito de Rosenberg se aproxima do conceito de inovações incrementais, adicionando apenas que o desenvolvimento de processos inovativos específicos e contínuos definem trajetórias tecnológicas. Já as inovações radicais aparecem em saltos, quer dizer, são esforços de pesquisa e desenvolvimento que têm influência para além do campo à qual foram concebidas. Dão origem a verdadeiras revoluções tecnológicas, a novos paradigmas, que atuam na reformulação e intensa transformação das práticas de produção e nas próprias características dos produtos. **Schumpeter definiu essas transformações como um processo de “destruição criadora”, de crise e em que o sistema econômico redefine sua estrutura produtiva, a infraestrutura, instituições e sua organização social. É o que também busca captar o conceito de paradigma tecno-econômico de Freeman e Perez (1988).**

Para se observar com maior detalhe e realismo os processos produtivos e tecnológicos das firmas, há necessidade de abrir suas “caixas-pretas” (ROSENBERG, 2006). Diferentemente da teoria neoclássica da firma, em que as técnicas de produção, as tecnologias e os conhecimentos utilizados para produção são escolhidos por agentes econômicos dotados de racionalidade substantiva num ambiente de informação perfeita, tanto na perspectiva de matriz teórica evolucionista (DOSI, 1997; NELSON, 1994) quanto na literatura da economia baseada no conhecimento (ANDERSSON; KARLSSON, 2002; FORAY; LUNDEVALL, 1999), este exerce um papel central na inovação e na produção por ser altamente idiossincrático em nível de empresa, não se difundir automaticamente e livremente no sistema econômico e que pode ser absorvido por uma firma dependendo das suas habilidades diferenciais acumuladas no tempo (DOSI, 2006; ROSENBERG, 1994; 2006; NELSON, 2006).



Pesquisa e desenvolvimento são mecanismos de aprendizagem<sup>6</sup> que consistem na busca de descobertas de novas leis da natureza com aplicações na atividade produtiva e geração de novas tecnologias, seja num projeto ótimo ou num novo desenho de um produto para fins comerciais. É uma atividade formal e estruturada (departamentos de P&D) de busca de conhecimentos científico e tecnológico para incorporá-los aos produtos e processos de alto grau de complexidade sistêmica (ROSENBERG, 2006). A importância das estruturas formais de P&D nas grandes corporações reside em um “... maior ambiente contribuinte para a produção de inovações (DOSI (a), 1988, p.1132). No entanto, atividades de pesquisa formal no setor de negócios tendem a ser mais desenvolvidas dentro de firmas manufatureiras mais ou menos integradas” (MOWERY, 1983 *apud* DOSI (b), 1988, p.223). Outros mecanismos de aprendizagem são o *learning-by-doing*, *learning-by-using* e o *learning-by-from advances in S&T*.

As organizações e instituições acessam quatro tipos de conhecimento pelos mecanismos de aprendizagem: *know-what*; *know-why*; *know-how* e *know-who* (FORAY; LUNDVALL, 1999, p.19; 20). *Know-what* – saber o que - refere-se a conhecimentos sobre fatos, a exemplo de uma receita, fórmula ou mistura de algum material. Geralmente este tipo de conhecimento apresenta forma explícita de saberes codificados e consolidados sobre algumas atividades ou temáticas e que podem ser acessados para encontrar respostas para resolver questões específicas (LUNDVALL, 1995 *apud* CORÒ, 2002, p.182), e pode ser algumas vezes chamado de informação (FORAY; LUNDVALL, 1999, p.19). *Know-why* – saber o porquê – são “conhecimentos científicos de princípios e leis de movimentos na natureza (físico-químicos, biológicas *etc*), na mente humana e na sociedade”, sobre os quais é “extremamente importante para o desenvolvimento tecnológico em certas áreas...” (p.19), e para “reduzir a frequência de erros em processos - de aprendizagem - por tentativa e erro”. Este tipo de conhecimento pode ser criado, aumentado e transferido entre pessoas de maneira

---

<sup>6</sup> Mecanismos de aprendizagem são heurísticas das empresas que as capacitam para renovação e acumulação de novos conhecimentos e práticas, principais insumos de tratamento e processamento de informações para a capacitação tecnológica no empreendimento dos processos inovativos. Neste sentido, sobressaem-se os que permitem “aprender” o conhecimento tácito (*know-how*), o qual possibilita a criação de capacidade, habilidade, de práticas, enfim, de elementos importantes para ocorrência de mudanças técnicas. Nestes termos, os processos inovativos passam a ser considerados estratégicos pelas empresas em ações voltadas a construção de vantagens competitivas dinâmicas.) Por habilidade entende-se como a capacidade de realizar uma sequência de comportamentos coordenados, que é normalmente eficaz, com relação aos seus objetivos, dentro de um contexto que normalmente se repete. Ter habilidade subentende a existência de conhecimentos tácitos, adquiridos com a prática (NELSON; WINTER, 2005). Para Dosi (1988 (a), p.1126), “segundo Michael Polanyi (1967), tacitidade refere-se àqueles elementos do conhecimento, discernimento, e assim por diante, que indivíduos têm e são mal definidos, não codificados, não publicados, que eles mesmos não podem expressar totalmente, e que difere de pessoa para pessoa, mas que é possível de uma maneira significativa ser compartilhado por colaboradores e colegas que tem uma mesma experiência comum”.

mais formal que informal, mediante o acesso a meios codificados de informação – livros, teses, patentes, banco de dados *etc.* -, estímulo a trocas de informações e conhecimentos das pessoas internas à firma e também a partir das interações pessoais externas no ambiente onde se insere, por exemplo, com outras organizações, “*experts*” e instituições onde se criam esses tipos de conhecimentos, como as universidades. Em outras palavras, os processos inovativos das firmas que necessitam desse tipo de conhecimento podem ser baseados em mecanismos de aprendizagem formal, como os realizados através de pesquisa e desenvolvimento – *learning-by-searching* - e através do acesso a fontes formais de informação e conhecimento, e de maneira informal, através do processo de aprendizagem por interação – *learning-by-interacting* – em que se podem acessar tanto conhecimentos explícitos quanto tácitos. *Know-how* – saber como – é um tipo de conhecimento estruturado na forma de práticas acumuladas no curso da experiência tanto de rotinas produtivas quanto econômicas e que são geralmente mantidos dentro dos limites de uma firma (LUNDVALL, 1995 *apud* CORÒ, 2002, p.182; FORAY; LUNDVALL, 1999, p.20). É conhecimento tácito, e, portanto, não codificado ou explícito. As características de tal forma de conhecimento estão mais ligadas a heurísticas práticas das pessoas da organização, adquiridas a partir da experiência do como fazer coisas e artefatos. O conhecimento tácito também pode ser aumentado na firma de maneira formal e informal. *Know-who* – saber quem sabe o que (*know-what*) ou quem sabe como fazer o que (*know-how*) – é um tipo de conhecimento estruturado na capacidade social, ou em outras palavras, nas relações sociais (FORAY; LUNDVALL, 1999, p.20). A formação de redes de comunicação e interação entre diversos atores em arranjos produtivos locais constituídos sob a forma de que “*todos conhecem todos*”, constitui um importante recurso para o acesso e troca de diversos tipos de conhecimentos e habilidades entre organizações e outros agentes especialistas – *experts* -, “e constitui um fator de potencialização do processo de aprendizagem” (CORÒ, 2002, p.183).

O *learning-by-doing* foi uma expressão cunhada por Arrow (1962) em referência aos efeitos personificados do aprendizado em novos equipamentos (MALERBA, 1992, p.846). Este termo foi articulado ao debate neoclássico de rendimentos crescentes de escala. O “*learning-by-doing*” tem o efeito de reduzir o custo real do trabalho por unidade de produção. Ele ocorre como um resultado da atividade produtiva, e é uma fonte importante de inovação tecnológica, pois muitos tipos de melhoramentos que aumentam a produtividade são pequenos individualmente, mas muito grande cumulativamente (ROSENBERG, 2006). Sua “ação gera um conjunto máximo de trajetórias tecnológicas avançadas e não simplesmente apenas reduções de custo médio” (MALERBA, 1992, p.845).

O *learning-by-using* pode ser expresso em termos de uso expresso como resultado da contínua e subsequente utilização de um produto ou inovação (insumos e máquinas). Rosenberg (2006) chama atenção ao fato que este tipo de aprendizado tem uso em sistemas complexos onde são incorporados nos bens diversos conhecimentos e tecnologias, e que geram dois tipos de conhecimentos designados respectivamente *embodied* (incorporado/personificado) e *disembodied* (desincorporado/disperso). No primeiro caso, a experiência com uma nova tecnologia permite um melhor entendimento da relação entre as características específicas do desenho e o desempenho do artefato que permite posteriores melhoramentos no desenho. No segundo, o conhecimento gerado induz certas alterações no uso que não requer (ou somente insignificantes) modificações no equipamento físico.

Já o *learning-by-interacting* é um mecanismo de aprendizagem externo às firmas. Emerge dos relacionamentos e interações entre os diversos atores, tais como fornecedores e prestadores de serviço em atividades correlatas e complementares, ou mesmo gerados com clientes externos. Igualmente, o *learning by from advances in S&T* depende da absorção pela firma de conhecimentos externos e diz respeito à sua interação com o sistema de ciência e tecnologia (C&T) (CASSIOLATO, 1992).

As empresas se encontram no epicentro das transformações tecnológicas da economia (DOSI, 2006; NELSON; WINTER, 2005). Sua conduta em obter capacitação para inovar se baseia numa heurística sistêmica, em que a inovação é gerida de forma não linear e considera-a como um resultado de ações de colaboração, interação e *feedback* entre diversos agentes e instituições, e no seu sentido amplo inclui não só produtos e processos tecnológicos, mas também as mudanças organizacionais e em serviços. Como a inovação tecnológica é mediada por interações e instituições, ela depende, portanto, de um conjunto de condições específicas: desde aquelas referentes à formação de expectativas sobre o grau de incerteza quanto às que se referem à viabilidade econômica e ao estado futuro dos negócios e da tecnologia, mas também dos esforços tecnológicos requeridos para manter-se em dia no “estado da arte”. **Uma análise da complexidade dos sistemas tecnológicos sugere que as condições ou configurações de um ambiente propício à mudança tecnológica dependem fortemente das condições macroeconômicas, sistêmicas e das capacidades tecnológicas acumuladas na firma através de aprendizados tecnológicos em diversas instâncias, seja com clientes e fornecedores, nos departamentos de pesquisa e desenvolvimento, através da cooperação e de interações institucionais com os sistemas nacionais de pesquisa**

**científica e de tecnologia que, por sua vez, conformam os sistemas setoriais e nacionais de inovação.**

A capacidade tecnológica é entendida como conjunto de recursos necessários para gerar e gerenciar a mudança técnica, incluindo habilidades, conhecimento, experiência e estruturas institucionais. Já a capacidade produtiva refere-se ao processo de acumulação de capital anterior, da infraestrutura produtiva e da tecnologia incorporada aos insumos e produtos, a combinação dos recursos e os níveis de eficiência. Por seu turno, a mudança técnica é a incorporação de novas tecnologias na capacidade produtiva das firmas e da economia. A mudança técnica da base produtiva é o objetivo último, a manifestação da capacidade tecnológica. (BELL; PAVITT, 1993).

A literatura sobre mudança técnica e dinâmica econômica tem mostrado que algumas forças derivadas das lógicas internas das próprias tecnologias, as naturezas dos seus processos inventivos e inovativos e os incentivos à materialização e replicação econômica condicionam as oportunidades de desenvolvimento tecnológico a possíveis trajetórias históricas. Isso não quer dizer que se pode explicar determinado estágio de desenvolvimento do conhecimento tecnológico levando em conta apenas certas características iniciais de seu advento, nem conhecer de forma exata como tal tecnologia será no futuro (ROSENBERG, 2006, p.10). O que se quer dizer é que o tipo, a direção e o crescimento do conhecimento tecnológico são definidos de forma não aleatória, configurada por problemas específicos originados na produção e que requerem soluções economicamente viáveis (paradigma tecnológico), como um processo (sequência particular de eventos) fortemente seletivo e cumulativo a partir de melhoramentos contínuos e na aquisição de capacidades específicas (trajetória tecnológica) (DOSI, 1988(a); 2006). A taxa, a direção e o local onde a mudança tecnológica ocorre, não dependem apenas da geração de novos conhecimentos advindos da ciência e, de outro lado, puxado pela demanda, mas também são induzidas pelos problemas originários nos próprios ambientes de pesquisa, desenvolvimento e produção, os quais requerem soluções. Este padrão de solução de problemas tecnológicos (e a inovação como sua solução) é denominado paradigma tecnológico.

“Um paradigma tecnológico é igualmente um exemplar e um conjunto de heurísticas”. A heurística que envolve o processo de busca de atividade inovativa é fortemente seletiva, acertada completamente em precisas direções e cumulativa na aquisição de capacidades de solução de problemas (DOSI, 1988(a), p.1126-1128). Um “exemplar”, um “modelo”, um “artefato” tecnológico pode ser uma máquina-ferramenta, um circuito integrado, ou um carro que foi projetado e posteriormente desenvolvido e melhorado por um

conjunto de heurísticas envolvendo o processo de busca configuradas em específicas competências (lê-se experiência, capacidade), rotinas e regras.

Os incentivos e as oportunidades percebidas em cada paradigma tecnológico decorrem de fatores comuns que influenciam o comportamento dos custos relativos, oferta, difusão de novas tecnologias e organização dos processos produtivos. Em particular, esses fatores comuns são: i) um custo relativo percebido como baixo e decrescente; ii) uma oferta praticamente ilimitada; iii) um amplo potencial de difusão na esfera produtiva; e iv) uma alta capacidade de reduzir os custos relativos e modificar a qualidade dos bens de capital, da mão-de-obra e dos produtos, a partir de inovações técnicas e organizacionais (DOSI, 1988 (a)).

**A busca e a aplicação de novas soluções, doravante derivadas da capacidade da firma de modificar continuamente sua própria estrutura, fornecem à experiência e ao conhecimento tácito um caráter eminentemente cumulativo e irreversível no tempo.** Ao progressivo desenvolvimento de atividades inovativas em certas direções pode-se associar o conceito de trajetória tecnológica como a progressiva realização de atividade inovativa, a partir de melhoramentos contínuos, e suas respectivas oportunidades evolutivas associadas a cada paradigma tecnológico, e que tem direção não aleatória.

A trajetória tecnológica envolve um *trade-off* na direção e busca de oportunidade inovativa derivada de um paradigma, ou seja, um *trade-off* entre economia e tecnologia. Estas são referentes às economias de escala e de escopo, preços relativos e produtividade que guiam os processos de aprendizagem. Estes incentivos estão conectados, respectivamente, aos estímulos (oportunidades, grau de apropriabilidade) e características do mercado (se diversificado ou de massa), para o desenvolvimento de novos processos e produtos (natureza do conhecimento tecnológico), além da produção. **Como cada paradigma tecnológico está associado e vinculado a específicas heurísticas e visões de “como fazer coisas” e como melhorá-las, o padrão de solução dos problemas tecnológicos envolve um núcleo de ideias específicas em cada paradigma, ou seja, a trajetória representa um corpo de conhecimento particular configurando a taxa e direção da mudança tecnológica.** (DOSI, 1988(a)).

Dentro desta perspectiva, Rosenberg (1979, p.120) já acentuava a importância dos “mecanismos de indução”<sup>7</sup> como “forças que proporcionam motivações a mudanças tecnológicas” – principalmente aqueles referentes a processos de desequilíbrio na solução de problemas tecnológicos, conceituado por ele como críticos. Segundo o autor (p.124) “as

---

<sup>7</sup> Expressão usada por Hirschman.

tecnologias complexas criam compulsões e pressões internas que, por sua parte, iniciam a atividade investigadora em direções determinadas [...], operam ao nível de planta e também com frequência a partir dos componentes do produto acabado”.

A produção de uma planta determinada raras vezes sobrepassa sua capacidade nominal sem esforços tecnológicos explícitos. O alcance de uma maior produção sem mudanças proporcionais no valor do equipamento físico parece exigir quase sempre mudanças nos processos, procedimentos e melhorias de organização. Não obstante, também requer mudanças nas especificações dos insumos e produtos. Nenhuma dessas alterações pode realizar-se sem a capacidade tecnológica necessária. A manutenção da competitividade internacional não é apenas uma questão de operação eficiente segundo as normas de desenho originais, mas também de desenvolvimento das capacidades, para manter-se em dia com as melhores práticas (KATZ, 1992). Há muitas maneiras de melhorar o projeto e a operação de novos equipamentos que se tornam aparentes somente pela observação de dificuldades ou oportunidades que surgem durante a operação do novo equipamento, por exemplo. Apesar de esta ideia motivar a suposição de que um processo de aprendizagem tecnológica emerge apenas do tempo de trabalho com certa tecnologia, as implicações desse tipo de aprendizado também são de outra ordem. **O processo de difusão de tecnologia gera aprendizados e capacitações, mas para isso necessita-se de esforços contínuos de mudança técnica.**

As estruturas de mercado na abordagem evolucionária são endógenas sob condições de mudança técnica devido à dinamização do conceito de barreiras à entrada expressa, em primeiro lugar, na ideia de processos de criação e/ou destruição de barreiras à entrada devido ao surgimento de novos paradigmas; e, em segundo, referentes à dinâmica tecnológica de setores com distintos potenciais inovativos, ou seja, de acumulação e crescimento. **A criação e difusão de diversidade técnica, organizacional e de mercado - a dinâmica de transformação das estruturas de mercado a partir de sua base produtiva - é resultado das múltiplas ações e estratégias dos agentes decisórios a partir do processo de concorrência schumpeteriana.** A estrutura de mercado tanto afeta as ações e os comportamentos das firmas como as estratégias competitivas das mesmas em busca de lucros extraordinários e posições monopolísticas modificam as estruturas de mercado (NELSON; WINTER, 2005).

Nos setores que estão se aproximando da maturidade, os efeitos de aprendizado sobre a produtividade da mão-de-obra tem importância menor. Assim, as barreiras estáticas à entrada tornam-se menos relevantes. “Um ramo maduro irá assemelhar-se mais a um ramo do

tipo Sylos/Bain, pelo menos no que diz respeito à determinação dos preços e às barreiras à entrada” (DOSI, 2006, p.213)<sup>8</sup>.

O capitalismo é o motor do progresso porque a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) industrial é a variável dinâmica que confere a ele seu caráter de processo evolucionário (NELSON, 2006). Uma vez que as firmas são estimuladas a buscar e desenvolver novas tecnologias, o processo de concorrência é que estimula o investimento em P&D, pois inovações devem ser selecionadas *ex post* pelo mercado para serem valorizadas e as empresas apropriarem lucros monopolistas. O progresso técnico gera uma série de desenvolvimentos da ciência e da tecnologia, criação de novos paradigmas (grandes saltos) e novas trajetórias tecnológicas que concorrem umas com as outras e com as práticas vigentes.

A impossibilidade de previsão do progresso técnico deriva do seu caráter eminentemente incerto, que impossibilita conhecer *ex ante* onde se deve “colocar as fichas”. Em outras palavras, a inovação é um alvo móvel. (CHANG, 2004). Nestes termos, a

---

<sup>8</sup> Nas teorias de organização industrial, diferentes estruturas de mercado (oligopólio, etc.) decorrem de barreiras à entrada e saída e da especificidade setorial das formas dominantes de concorrência. Para focar apenas um exemplo, no esquema analítico de Labini (1988, p.53) sobre os problemas de estrutura de mercado em oligopólio, os elementos que determinam os preços são a extensão absoluta do mercado, as elasticidades da demanda, as diferentes tecnologias e os preços dos fatores variáveis e das máquinas, os quais influenciam, juntamente com as tecnologias, a determinação do custo total médio das empresas. A tecnologia e o capital, ao lado da organização, têm um papel especial na determinação da receita total e da estrutura de custos de empresas de diferentes tamanhos. Especialmente, a “qualidade” da tecnologia que o autor se interessa é relacionada às suas descontinuidades na combinação dos fatores de produção, e, portanto, nos coeficientes técnicos: alta intensidade de capital empregado, correspondente à altíssima produtividade do trabalho; intensidade “normal” no emprego de capital, normalmente com alta produtividade do trabalho; e baixíssima intensidade de capital empregado, correspondente a uma produtividade do trabalho muito baixa. Labini parte da hipótese que determinado grupo de empresas, grande, média e pequena, adota, respectivamente, tecnologias que possuem diferentes “intensidades de capital” e distintos níveis de produtividade do trabalho. Em suma, as grandes empresas seriam necessariamente as mais eficientes, pois utilizam equipamentos/tecnologia com alta “intensidade de capital” e de alta produtividade da mão-de-obra, que lhes imprimem operar com custos fixos unitários mais altos que as médias e pequenas, porém mais do que compensadas pelo menor custo direto, resultando em um custo unitário menor. A curva de custo total médio em formato de “L” é definida pelo autor como “economias tecnológicas de escala”. Em suma, enquanto a função de custo total de Labini implica um custo total médio decrescente até o limite da capacidade produtiva das instalações industriais, e comporta custo marginal e custo variável médio constantes e iguais entre si, as descontinuidades tecnológicas, ou a hipótese do número finito das tecnologias, por sua vez, “exclui, a rigor, a possibilidade de traçar uma curva de oferta de longo prazo. Em vez de tal curva, temos uma série finita de pontos correspondentes aos mínimos custos totais médios para cada tipo de tecnologia” (p.43). Segundo Labini (1988, p.129-130), os investimentos em novas máquinas e equipamentos que determinam uma variação dos coeficientes técnicos estão na raiz do desenvolvimento econômico. “O desenvolvimento pode se manter somente mediante variações sistemáticas – não ocasionais – nos coeficientes técnicos, ou seja, por meio de investimentos inovadores. E esses investimentos são feitos principalmente em máquinas novas ou aperfeiçoadas, que reduzem a quantidade de mão-de-obra”. Como altos custos fixos significam curvas de custo médio decrescentes ou economias (tecnológicas) de escala, que conformam estruturas de mercado oligopolistas. Em estruturas de mercado como estas, a forte interdependência estratégica nas decisões das firmas pode levar a ineficiências, tal como o problema da “incerteza estratégica”, em que cada empresa entrante potencial não conhece a intenção de outras, levando a possíveis casos de sob ou sobre-investimentos em determinada indústria. A intervenção estatal, neste caso é justificada, para assegurar uma coordenação das decisões de investimento através do licenciamento da entrada de novas empresas e partir da regulação para a expansão de capacidade produtiva (CHANG, 2004). Este tipo de intervenção do Estado é discutido por Chang para o caso da política industrial do Japão.

exploração de um grande número de possibilidades de pesquisa costuma ser necessária. Isso não quer dizer que a mudança tecnológica seja um processo estritamente aleatório. Alguns esforços de P&D são direcionados para tecnologias com potencial lucrativo. Todavia, esses processos evolutivos são custosos porque na corrida de busca, as economias acabam incorrendo em custos de duplos esforços, ocorrendo desperdícios nas atividades de P&D. Por sua vez, a incerteza inerente que acompanha o progresso técnico desabilita possibilidades de coordenação. Se for possível a coordenação e o planejamento, economias de escala e escopo poderiam emergir e assim evitar desperdícios, mas dificilmente o fazem, devido à incerteza na hora de avaliar a trajetória a ser tomada, a não ser que a coordenação atue apenas na diminuição de duplos esforços. Por outro lado, como o conhecimento científico e tecnológico é cumulativo, a tecnologia de amanhã nasce da experiência de criá-la e usá-la hoje. Da mesma forma, os conhecimentos científicos e tácitos que derivam das atividades de P&D e dos processos industriais permitem que determinados conhecimentos específicos sejam produzidos e apropriados exclusivamente pela firma, tornando-os privados. Esta é uma vantagem para geração de novas tecnologias específicas no futuro. Esse é o principal motivo do retorno financeiro e liderança de mercado em longo prazo de uma companhia com um grande avanço técnico inicial. Nestes termos, a coordenação para evitar duplos esforços prejudicariam algumas firmas nas trajetórias de P&D, pois mesmo que os conhecimentos científicos genéricos de tal tecnologia se tornem públicos, as firmas concorrentes não teriam como apropriarem-se do conhecimento tácito da empresa líder. (NELSON, 2006).

**As firmas possuem características autônomas de sucesso e fracasso, de descobertas úteis e inúteis ou de aprendizados produtivos e improdutivos. As oportunidades inovativas e a apropriabilidade da renda das inovações são diferentes entre setores, os quais dependem, também, de desenvolvimento tecnológico particular – a que distância o conhecimento científico e tecnológico de instituições e organizações está do “estado-da-arte?” –, dos limites geográficos, culturais, institucionais<sup>9</sup>, e da possibilidade de revitalização das oportunidades inovativas diante da penetração de um novo paradigma tecnológico no antigo.** Uma mudança no paradigma implica outra nas

---

<sup>9</sup> A informação alimenta e possibilita a cumulatividade do conhecimento via comunicação-aprendizado. O acúmulo de novos conhecimentos depende da capacidade de aprender e do estoque de conhecimento prévio que estão enraizados nas pessoas e nas organizações, mas que são estimulados pelos limites geográficos, aspectos culturais comuns, normas sociais locais e instituições que suportam e coordenam estes “vínculos” privados (*ie.* um sistema nacional ou sistema setorial de inovação).



trajetórias, como o caso a penetração do paradigma microeletrônico no eletrometalmeccânico<sup>10</sup>.

### 2.2.3 Padrões Setoriais de Mudança Técnica e Regimes Tecnológicos

Em seu trabalho seminal, Pavitt (1984) identifica quatro padrões setoriais de mudança técnica: *Supplier dominated*; *Production scale intensive*; *Production specialized suppliers* e *Science based*.

O padrão de inovação *supplier dominated* (identificado em indústrias de tecnologias tradicionais e principalmente intensivas em trabalho, como têxtil, calçadista, moveleira, agricultura e construção) é definido como dominado por fornecedores, pois as principais inovações são introduzidas em setores produtores de insumos (maquinaria, materiais, etc.).

Devido a suas trajetórias tecnológicas, a redução de custos aparece como uma meta fundamental. No entanto, as empresas desses setores fazem apenas uma pequena contribuição para o melhoramento de suas tecnologias de processo, pois geralmente são firmas pequenas, com precárias capacidades de engenharia e P&D interno. Em alguns casos, os maiores clientes e serviços de pesquisa e desenvolvimento financiados pelo governo contribuem para melhorar as performances inovativas da firma. Mas uma vez que a grande maioria das inovações desses setores é proveniente de ofertantes de novos equipamentos e materiais (DOSI; PAVITT; SOETE, 1993, p.107), o critério fundamental das decisões técnicas é a comparação do nível de salários com o preço e desempenho de bens de capital desenvolvidos em sua maioria de maneira exógena, pois a redução de custos é meta fundamental de suas trajetórias tecnológicas. Os meios para se apropriar das inovações não são tidos como técnicos, mas sim relacionados à marca, *marketing*, publicidade e *design* estético.

No padrão *Production scale intensive* (identificado em indústrias que exploram economias de escala e produzem materiais padrão como materiais brutos, aço, vidro, bens de consumo duráveis e veículos), uma importante fonte de processos inovativos são os departamentos de engenharia (de produção e de processo) *in-house* guiados por trajetórias tecnológicas de redução de custos, exploração de economias de escala (em linhas de montagem ou em processos produtivos contínuos) e *design*. Esses grupos de setores desenvolvem a capacidade de identificar desequilíbrios e gargalos que, uma vez corretos,

---

<sup>10</sup> “A indústria de semicondutores está no centro da revolução microeletrônica, cujo impacto sobre a estrutura do setor industrial e do ambiente social mais amplo pode ser comparado ao das inovações tecnológicas fundamentais que marcaram época na história moderna [...]” (DOSI, 2006, p.19).

habilitam melhoramentos na produtividade (ROSENBERG, 1976 *apud* PAVITT, 1984, p.358), o que por sua vez os possibilitam apropriar-se das inovações através de segredos nos processos, *know-how*, patentes e a partir de economias dinâmicas derivadas dos aprendizados, como a capacidade de especificar ou desenhar equipamentos novos que melhoraram ainda mais a produtividade. Segundo Dosi, Pavitt e Soete (1993, p.108), **as capacidades tecnológicas para explorar economias de escala têm melhorado de maneira constante através do tempo**, pois, tanto na fabricação quanto na montagem, novos bens de capital têm sido empregados de forma confiável e crescente em tarefas mais complexas e exigentes, como resultado das melhoras na qualidade e precisão no corte do metal, melhorias nas fontes de energia e desenvolvimento dos sistemas de controle.

O padrão de inovação setorial *Production specialised suppliers* é caracterizado por firmas relativamente pequenas e especializadas que desenvolvem e produzem máquinas e instrumentos para uma variedade de setores, mas principalmente aqueles incluídos nos padrões de inovação intensivo em escala e o baseado em ciência. Suas capacidades de produzir inovação estão expressas sobre as necessidades de desenvolvimento tecnológico e melhoramento de performances dos bens de capital de seus clientes.

**As empresas usuárias proporcionam maior experiência, facilidades de experimentação e recursos para desenhar e desenvolver “artefatos tecnológicos” com os fornecedores especializados de bens de capital através de interações constantes e complementares. Por sua vez, estes últimos proporcionam conhecimentos especializados a seus clientes principais a partir das capacidades tecnológicas de desenhar e construir equipamentos específicos para uma variedade de indústrias usuárias.**

A trajetória tecnológica dos fornecedores especializados se orienta mais claramente para o melhoramento do desempenho das inovações de produto, e menos na redução de custos dessas inovações. Ademais, a microeletrônica induz uma trajetória tecnológica mais intensiva em informação com o desenvolvimento de *software* embarcado dos equipamentos. Portanto, o êxito competitivo dos fornecedores especializados depende consideravelmente das habilidades específicas das empresas, refletindo em melhoras contínuas no desenho e confiabilidade do produto, assim como na habilidade para responder de maneira sensível e rápida aos requerimentos dos usuários (DOSI; PAVITT; SOETE, 1993, p.110). Naturalmente, apropriam-se das inovações através de patentes, *know-how* em *design* e conhecimento tácito de seus usuários.

O último padrão setorial de mudança técnica, o *Science base*, caracteriza-se por setores (biotecnologia, elétrico, microeletrônica, químico, *etc.*) em que as principais fontes de

tecnologia das firmas são as atividades de P&D e suas capacidades de buscar conhecimento científico base nas universidades e institutos de pesquisa públicos e privados. As empresas dos setores identificados neste padrão setorial de mudança técnica têm capacidades de inovar nos campos de conhecimentos mais codificados e dependentes de sistemas complexos, decorrência direta da rica integração multidisciplinar de suas áreas de conhecimento e aplicações nos mais diversos setores<sup>11</sup>.

A grande capacidade de penetração das tecnologias microeletrônicas de automação, informação e telecomunicação nos mais diversos campos tecnológicos e econômicos tem ditado o ritmo e direção das trajetórias tecnológicas das empresas nos setores cujo padrão de inovação é baseado em ciência. Para as máquinas e equipamentos utilizados em sistemas de produção modernos e interdependentes em indústrias intensivas em escala e baseadas em ciência, o desempenho e a confiabilidade dos equipamentos dão um prêmio mais alto que o preço, pois os custos de erros e paralisações em qualquer parte nos processos de produção podem ser consideráveis (DOSI; PAVITT; SOETE, 1993).

Em um dado ambiente tecnológico, as competências das empresas de uma indústria para desenvolver ou imitar uma inovação, além de sujeitas às capacidades organizacionais e tecnológicas acumuladas, estão sujeitos àquelas forças que derivam do regime tecnológico setorial, definido como combinações das propriedades básicas de tecnologias utilizadas nos setores, tais como: condições de oportunidades de inovações, condições de apropriabilidade (proteção) das mesmas, cumulatividade do conhecimento tecnológico e natureza da base do conhecimento (MALERBA; ORSENIGO, 1997; BRESCHI; MALERBA, 1997)

Malerba e Orsenigo (1997) e Breschi e Malerba (1997) atribuem várias *dimensões, níveis e natureza* das propriedades básicas das tecnologias que podem ser combinadas para identificar diferentes regimes tecnológicos setoriais. Resumidamente, i) *dimensões* das oportunidades de inovação setorial envolvem: nível de incentivos para o empreendimento de atividades inovativas; potencial variedade de soluções tecnológicas, procedimentos e atividades; nível de penetração dos novos conhecimentos em produtos e mercados e fontes de oportunidades tecnológicas endógenas e exógenas ao setor; ii) *dimensões* das condições de

---

<sup>11</sup> “A rica gama de aplicações baseada em ciência fundamental tem significado que as empresas exitosas e inovadoras têm crescido rapidamente sobre a base de inovações de produto, e tem tido pouco incentivo para buscar oportunidades inovativas mais além de seu setor principal. Dada a sofisticação das tecnologias e das ciências fundamentais, para as empresas fora desses setores têm sido difícil o acesso a elas. A penetração das aplicações também tem significado uma variação ampla no interesse relativo sobre a produção e a tecnologia de processo dentro de cada um dos setores, refletindo o custo/desempenho distinto do comércio para os bens de consumo, materiais padronizados e aplicações profissionais especializadas” (DOSI; PAVITT; SOETE, 1993, p.112).

apropriabilidade: nível de sucesso em proteger a inovação de imitadores e meios para proteger a inovação; iii) *nível* de cumulatividade do conhecimento tecnológico na atividade inovativa: no âmbito da firma, se a continuidade da atividade inovativa depende fortemente das competências, dimensão organizacional e tamanho da empresa; em nível setorial, se o conhecimento base relevante difunde-se amplamente entre as firmas do setor; e em nível local, se competências tecnológicas e capacidades inovativas estiverem localizadas em específica área geográfica possibilitando transbordamentos de conhecimentos no espaço; iv) corresponde à *natureza* do conhecimento em que as atividades inovativas das firmas estão baseadas, tais como: genérico *versus* específico, em relação à definição de domínio para aplicação; tácito *versus* codificado, se envolve ou não elementos cognitivos não publicados, práticas acumuladas e necessidade de contatos face-a-face na transmissão do conhecimento entre agentes; complexo *versus* simples, relativo ao grau de complexidade em termos de integração multidisciplinar de conhecimentos e tecnologias necessários para atividade inovativa; e independente *versus* sistêmico, propriedade que permite identificar se o conhecimento relevante para as atividades inovativas pode ser facilmente identificado e isolado, antes que parta de um sistema complexo.

Vários estudos mostram que os setores diferem em termos de complexidade tecnológica, nos modos e fontes de inovação e *upgrade* tecnológico. **A noção de conhecimento base e os outros elementos de um regime tecnológico auxiliam na compreensão de como as características do conhecimento base podem impor requerimentos específicos para os processos de aprendizagem.** Nestes termos, a definição de regime tecnológico deve também envolver as propriedades dos processos de aprendizagem associados com as atividades de resolver os problemas das firmas, as fontes de conhecimento internos e externos relevantes para tais atividades e a natureza do conhecimento científico e tecnológico base sobre os quais as firmas buscam a solução dos problemas em tecnologia. (MARSILI; VERSPAGEN, 2001, p.05).

Da mesma forma, é possível vincular os diferentes tipos de capacidades e processos de aprendizagem setoriais relevantes para inovar e os seus regimes tecnológicos aos padrões setoriais de mudança tecnológica (PAVITT, 1984)<sup>12</sup>, a uma dinâmica de inovação

---

<sup>12</sup> Giuliani, Pietrobelli e Rabellotti (2004, p.12; 13) desenvolvem uma classificação adaptando a taxonomia de Pavitt (1984) para a América Latina, considerando que nesse continente as atividades de P&D são muito baixas nas firmas domésticas e estrangeiras, as ligações intersetoriais domésticas têm sido “substituídas” pela liberalização comercial, as ligações entre universidade-indústria parecem ser ainda relativamente fracas, e que ela tem aprofundado sua especialização produtiva em indústrias de recursos bases e tem enfraquecido sua posição em indústrias mais intensivas em engenharia. Nestes termos, as categorias são a *Traditional Manufacturing*; a *Natural Resource-based industries*; a *Complex Products’ industries* e a *Specialized suppliers*,

schumpeteriana (MALEBA; ORSENIGO, 1997) e distintos comportamentos inovativos estratégicos das empresas de diferentes setores (ofensivo e defensivo; imitativo e dependente; tradicional e oportunista). (FREEMAN, 1975; FREEMAN; SOETE, 2008).

Em setores onde a tecnologia tem alguns elementos tácitos e idiossincráticos, mas de baixa complexidade (setores tradicionais como confecção, calçados, móveis, *etc.*), a cumulatividade do conhecimento é baixa na empresa e alta em nível setorial, o que indica que o conhecimento se caracteriza por ser difundido amplamente entre as firmas do setor, enquanto as capacidades tecnológicas se localizam em áreas geográficas específicas, possibilitando transbordamentos de conhecimentos nos espaços. Os mecanismos de aprendizagem e transmissão de informações relevantes para o aprendizado tecnológico têm um caráter mais informal, como o *learning-by-doing*, *learning-by-using* e *learning-by-interacting*. Consequentemente, por ser conhecimento difundido, tanto as oportunidades quanto a apropriabilidade dos esforços inovativos são baixas e muito menos sensíveis à distância, uma vez que empresas destes setores absorvem informações e conhecimentos através do *learning from inter-industry spillovers*.

Não obstante, por desencorajar investimentos em atividades inovativas, baixas condições de apropriabilidade decorrentes de *spillovers* de conhecimento setorial de baixa complexidade e tacitidade, enquadra-se em estruturas setoriais caracterizadas pela presença de grande população de firmas inovadoras (caracterizada pela baixa concentração), bem como pela baixa assimetria na atividade inovativa (reduzida diferença nas práticas e procedimentos inovativos entre empresas), baixa estabilidade no *ranking* de inovadores (se verifica variação entre a posição das empresas inovadoras), alta entrada (condições de baixas barreiras à entrada) e pequeno tamanho de novos inovadores (não se requer porte empresarial elevado para se inovar). Nesse sentido, empresas desses setores inserem-se na dinâmica inovativa expressa no Schumpeter *Mark I*, onde a atividade inovativa é caracterizada e movida pelas facilidades de acesso tecnológico, presença significativa de novas firmas na atividade inovadora e papel importante desempenhado pelo empresário como estimulador de inovações. (MALERBA; ORSENIGO, 1997; BRESCHI; MALERBA, 1997).

Por outro lado, em setores cujas tecnologias envolvem conhecimentos mais codificados e não codificados (tácitos), complexos e sistêmicos (biotecnologia, *software*, microeletrônica), a cumulatividade do conhecimento em nível de empresa é alta (o

---

afirmando “em cada categoria desta tende a predominar um comportamento inovativo e de aprendizado em termos de principais fontes de mudança técnica, dependência de pesquisa básica ou aplicada, modos de inovação *in-house* (ex. rotinizada *versus* grandes laboratórios de P&D), tácita ou codificada natureza do conhecimento, escala e relevante atividade de P&D e apropriabilidade da inovação”.

conhecimento acumulado em períodos anteriores através de aprendizagem formal – P&D – possibilita a empresa dar continuidade no avanço tecnológico e competência com o *learning by from advances in S&T*). Portanto, o conhecimento tecnológico não tende a se difundir livremente em nível setorial (e sim contratualmente por alianças com outras empresas para desenvolvimento tecnológico, contratos de licenciamento de tecnologia, *joint ventures* e por mobilidade do capital humano/intelectual entre empresas)<sup>13</sup>.

Naturalmente, os níveis de oportunidade e apropriabilidade de empreendimentos inovativos são altos, já que assim também são os níveis de penetração dos novos conhecimentos em produtos e mercados como fontes de oportunidades tecnológicas endógenas e exógenas ao setor. A forma de transmissão desse tipo de conhecimento é formal, através de alianças e contratos e, portanto, menos sensível à distância. Assim sendo, as empresas inovativas destes setores inserem-se na dinâmica de inovação Schumpeter *Mark II*, onde a atividade de inovação é caracteristicamente movida pelo papel crucial que as capacidades tecnológicas acumuladas no passado, principalmente nos departamentos de P&D de grandes empresas, têm sobre as competências de inovar no presente. Isto porque altas condições de oportunidade, apropriabilidade e cumulatividade (em nível da firma) são geralmente associadas a uma alta concentração de atividades inovativas (baixa número de inovadores), elevada assimetria na atividade inovativa (alta diferença nas práticas e procedimentos inovativos entre empresas), grande estabilidade no *ranking* de inovadores (não se verifica variação entre a posição das empresas inovadoras) e condições de altas barreiras à entrada de novas firmas inovadoras (MALERBA; ORSENIGO, 1997; BRESCHI; MALERBA, 1997).

As condições de oportunidade e apropriabilidade setoriais, além de sujeitas à natureza e à maturidade do conhecimento relevante para as empresas empreenderem processos inovativos, derivam do *trade-off* temporal entre economia e tecnologia, o qual age configurando a taxa e a direção da mudança tecnológica (trajetória). Nesse sentido, os

---

<sup>13</sup> A natureza do conhecimento condiciona a maneira de transmiti-los. Se o conhecimento é específico, tácito e doravante com elevado grau de complexidade por possuir elementos não codificados (não publicáveis) e fizer parte de um grande sistema, a trajetória tecnológica é marcada por um ambiente caracterizado por relevantes continuidades nos processos de aprendizagem formal (P&D). Em nível da firma, sua competência deriva de sua capacidade de dar continuidade no avanço tecnológico. Alta cumulatividade ao nível da firma implica alta apropriabilidade das inovações. Ao contrário, se o conhecimento é genérico, com baixo grau de complexidade e codificável, ele é facilmente transferível através de jornais, revistas especializadas, patentes ou licenças. Além de ser amplamente de fácil difusão do conhecimento a nível setorial – por ter baixa cumulatividade e baixa apropriabilidade -, a proximidade geográfica não desempenha um papel essencial. (BRESCHI; MALERBA, 1997).

específicos ambientes tecnológicos e competitivos setoriais admitem estratégias de apropriação de inovação, senão únicas, com pouca margem de variação.

Em referência a estas características relevantes da natureza do conhecimento e de específicas forças e características setoriais dos regimes tecnológicos, esperam-se formas distintas de organização das atividades inovativas internamente nas empresas e especificidades na dinâmica ou no padrão setorial de inovação e aprendizados decorrentes de diferentes processos de criação, acumulação e transmissão de conhecimentos e tecnologias. **Formas específicas de aprendizados tecnológicos, de capacitação e de interação com fornecedores, clientes, com específicas instituições dos sistemas de ciência e tecnologia têm condicionantes estruturais.** Estes condicionantes configuram a forma de criar e acumular informações e conhecimentos relevantes para as empresas inovarem e onde buscá-los, seja em fonte de informação interna e/ou externa à empresa a partir interações de diferentes tipos e estruturas.

#### 2.2.4 Os Sistemas de Inovações

Diversos autores acentuam que Freeman, Lundvall e Nelson foram pioneiros em utilizar a abordagem de Sistema Nacional de Inovações, tanto do ponto de vista teórico como analítico, para o estudo das instituições e dos incentivos pró-inovação tecnológica das políticas públicas. De acordo com Cimoli e Della Giusta (1998, p.39), os sistemas de inovação “podem ser supranacional, nacional ou *subnational* (regional e local) - e ao mesmo tempo podem ser setoriais dentro de quaisquer destas demarcações geográficas”. As análises de Arranjo Produtivo Local (APL) ou de Sistema Setorial de Inovação (SSI) são viabilizadas a partir, respectivamente, do enfoque local/setorial ou nacional/setorial.

A concepção de sistema de inovação pode ser definida por um conjunto de instituições públicas e privadas que contribuem nos âmbitos macro e microeconômico para o desenvolvimento e a difusão de novas tecnologias. Geralmente, quando se utiliza o conceito de sistema de inovação (seja de recorte analítico nacional, seja regional e/ou setorial) considera-se os limites geográficos do sistema de inovação como determinado, e analisa-se o funcionamento da combinação de determinadas variedades de atores envolvidos no processo de inovação e difusão de tecnologias - empresas, universidades, escolas profissionais, institutos de pesquisa públicos e o governo -, e as ligações entre eles (BRESCHI; MALERBA, 1997, p.130).

A concepção teórica do conceito de sistema de inovação está ancorada na visão de que as empresas demandam, na maior parte das vezes, os recursos produtivos e capacidades cognitivas nos territórios onde estão inseridas. As empresas interagem-se a partir de relações produtivas, transações comerciais e financeiras, bem como na troca de informações e conhecimentos, muitas vezes tácitos, não codificados, específicos e não reproduzíveis facilmente em outros locais. Estas relações são mediatizadas por instituições, tanto informais quanto formais, enraizadas em condições sociais e culturais particulares. Nestes termos, os territórios possuem múltiplos fatores indutores (ou regressivos dependendo do ambiente) e transformadores da vida econômica das empresas, tecnologias e instituições.

Ademais, há um debate quanto aos impactos que o processo de globalização econômica, financeira e produtiva tem sobre os setores industriais das economias nacionais em relação à convergência ou divergência tecnológica entre países, e nos processos de reestruturação produtiva e industrial de diversos setores e economias. Se de um lado desse debate a “desterritorialização” do espaço físico, institucional e do conhecimento leva a um processo de “tecnoglobalismo” ou convergência tecnológica dos setores econômicos e industriais das nações, o outro enfatiza “que a mobilidade espacial do conhecimento constituiu-se num dos limites mais importantes da globalização, que subestima o papel desempenhado pela proximidade geográfica no processo de transmissão de formas tácitas de conhecimento e no desenvolvimento de aprendizados interativos” (LUNDVALL; BÓRRAS, 1997 *apud* VARGAS, 2002, p.38).

**Os processos de inovações podem ser dinamizados pela forma como a organização social da produção é herdada ou construída em termos de capacidades tecnológicas, espaços interativos existentes em consonância ao grau de institucionalização e extensão e densidade da divisão técnica e social do trabalho expresso pelos processos históricos do desenvolvimento das nações.** Em outras palavras, de uma perspectiva histórica, são as características de um sistema (país, região, setor) e, particularmente, sua dinâmica histórica de desenvolvimento tecnológico, que auxiliam no entendimento dos aspectos que estimulam os processos de inovação. Busca-se nesse enfoque tanto a natureza e os papéis desempenhados pelas várias organizações e instituições públicas e privadas envolvidas e impulsionadoras dos processos de mudança, como a importância das interações mediatizadas por instituições formais e informais (como a cultura, tradição) redutoras de riscos e incertezas e outras normas sociais forjadas ao longo do tempo e espaço.

Nestes termos, os limites geográficos e o grau de territorialidade das capacidades e competências delineiam o escopo de interações dos diversos atores econômicos, sociais e



políticos de um sistema de inovação, onde processos inovativos e sua difusão envolvem interações de uma miríade de organizações, empresas e de instituições públicas e privadas que “trocam” informações, conhecimentos científicos, tecnológicos e produtivos que dão suporte a capacitações e aprendizados produtivos dos atores envolvidos.

Já a noção de sistema setorial de inovação e produção possui três dimensões amplas que afetam a geração e adoção de novas tecnologias, a organização da inovação e produção em nível setorial: o conhecimento, atores e redes, e instituições. O próprio conceito sugere que o centro da análise foca-se nos limites setoriais do conhecimento base, tecnologias e insumos que usualmente não são fixos, e que mudam com o decorrer do tempo. A perspectiva de sistema setorial reconhece que as fronteiras nacional e regional/local importam em diferentes graus, dependendo do setor em consideração, devido a ligações e à complementariedade entre artefatos, atividades e indivíduos (empresários, cientistas, clientes, etc.). O primeiro é o tipo estático, como as ligações insumo-produto; as outras são definidas como complementariedades dinâmicas, as quais ocorrem através da interdependência e *feedbacks*, *spillovers* de conhecimentos e externalidades tanto em nível da demanda quanto em nível da produção, e que são específicas ao contexto regional/nacional. (MALERBA, 2002).

Os setores industriais e os paradigmas tecnológicos são conceitos unidos na análise sistêmica, pois um paradigma tecnológico é ao mesmo tempo um artefato tecnológico e um conjunto de heurísticas. Estas envolvem o processo de busca da inovação como regras e mecanismos de seleção configurados em experiência e capacidades particulares para solução de problemas específicos, enquanto o artefato é o exemplar em processo de desenvolvimento a receber/incorporar a inovação. Nestes termos, os limites do conhecimento base em nível setorial, as oportunidades inovativas, a cumulatividade do conhecimento e as condições e estratégias de apropriação das inovações em nível setorial traduzem as características de um regime tecnológico que, por sua vez, define os processos de aprendizagem tecnológica das empresas em nível setorial.

Os sistemas de ciência e tecnologia<sup>14</sup> constituem uma parte dos sistemas nacionais de inovação, exercendo uma função vital nas economias, particularmente pela construção de elos virtuosos de cooperação entre as empresas, governo e universidades, adquirindo uma

---

<sup>1</sup> “O sistema de C&T, por exemplo, pode contribuir nas seguintes dimensões (OECD, 1996a): produção do conhecimento – desenvolvendo o conhecimento básico; transmissão do conhecimento – educando e formando recursos humanos; e, transferência do conhecimento – disseminando o conhecimento e identificando *inputs* para demandas sociais e empresariais futuras” (QUADROS *et alii*, 2000, p.125).

relevância crescente nas demandas sociais das mais diversas áreas, como a agricultura, a indústria, a biotecnologia, engenharia *etc.*

Com efeito, os laboratórios de pesquisa pública e instituições de ensino educacional são o coração desse sistema, que inclui a infraestrutura governamental, os conselhos de pesquisas, agências de fomento e as políticas públicas, potencializadas pela construção de núcleos de inovações endógenas nessas economias, amparados em robustos sistemas de inovação locais/subnacionais/nacionais. (QUADROS *et alii*, 2000, p.125).

O capitalismo como motor de progresso deriva da revolução que o advento e evolução das tecnologias exercem na transformação endógena das estruturas produtivas. As externalidades positivas dinâmicas e a reação em cadeia entre ciência e tecnologia produzidas em universidades e nos laboratórios de P&D das empresas fazem que o sistema capitalista avance pelo transbordamento de conhecimentos genéricos e aplicados, que transcendem suas aplicações específicas para os diversos campos de aplicação na sociedade. Destarte, muitos arranjos institucionais entre empresas e com as comunidades científicas são possíveis em projetos tecnológicos específicos, ou mesmo na pesquisa científica básica relevante de determinada grande área da ciência (física, biologia, química, *etc.*). Estes conhecimentos habilitam muitas empresas com capacidade de explorar em tempo suas aplicações e/ou cooperar no avanço de ciências genéricas (bens públicos). Também, da mesma forma, sociedades profissionais de engenharia, científicas ou redes de desenvolvimento científico cumprem um papel importante na disseminação do avanço dos conhecimentos científicos e tecnológicos. (NELSON, 2006).

Estas referências, portanto, mostram a importância que o governo pode ter no apoio à P&D. Ademais, os programas de governo destinados à P&D, como a garantia de compra governamental, geram incentivos para avançar em determinados campos científicos, como os programas de políticas industriais de amplitude horizontal com objetivos militares. Estes têm sido uma parte importante da máquina capitalista. Novas estratégias também são prementes para mudanças na produção de bens e serviços públicos e sociais. Elas têm como justificativa o poder do Estado para impulsionar processos virtuosos de causação cumulativa intersetoriais e atuar no aumento de externalidades tecnológicas dinâmicas que induzem o crescimento da produtividade e da competitividade da economia como um todo. Por exemplo, a principal ênfase das encomendas e dos investimentos públicos em universidades é atuar como fontes de demanda de produtos de alta intensidade tecnológica (militar, computação, aviação, agência espacial, engenharia genética, biotecnologia, *etc.*), para desenvolver fornecedores nacionais

de equipamentos e materiais justamente para pesquisa e desenvolvimento de tecnologias que se difundem posteriormente para usos civis. (NELSON, 2006)

Políticas científicas e tecnológicas e políticas industriais verticais e horizontais determinadas têm forças importantes para a socialização do conhecimento tecnológico e, até certo ponto, da P&D, que podem incentivar e guiar o processo de reprojeter e reconstruir a máquina capitalista moderna. Especificamente o governo pode financiar pesquisas científicas e tecnológicas em novos campos científicos (biotecnologia, nanotecnologia, supercondutividade) de aplicações e penetração em várias áreas tecnológicas. O objetivo é a construção de um Sistema Nacional de Inovação com a criação de instituições (leis, regras, programas, incentivos fiscais a P&D, cooperação, subvenção, etc.) e órgão de coordenação dos esforços nacionais considerados estratégicos. A partir dessa reconstrução, necessita-se construir canais de interação ou arranjos institucionais que aproximem empresas e universidades, empresas e empresas, institutos de pesquisa científica com os de desenvolvimento tecnológico, empresas com institutos de pesquisa, e assim por diante. (NELSON, 2006).

### 2.3 A Dinâmica do Desenvolvimento: Investimento, Inovação, Competitividade e Comércio Internacional

O progresso técnico deve ser entendido como um processo evolucionário, cujas trajetórias históricas são cumulativas e mais ou menos irreversíveis de acordo com os certos eventos iniciais e especificidades econômicas, institucionais, marco regulatório, capacidades sociais (educação, formação técnica das pessoas, etc.) e padrões tecnológicos setoriais inerentes a um determinado contexto espacial e social.

**As especificidades econômicas, institucionais, e os padrões tecnológicos setoriais, inerentes a um determinado contexto espacial, territorial e social, lastreiam o processo de formação de capital e o desenvolvimento da tecnologia. A acumulação de capital e o desenvolvimento tecnológico são processos dinâmicos de alocação de recursos.** Novos investimentos em bens de capital e o aproveitamento do potencial da tecnologia incorporada nesses bens dependem das oportunidades produtivas, capacidades tecnológicas acumuladas e esforços de aprendizado pelas empresas.

As trajetórias de crescimento industrial e do desenvolvimento tecnológico e industrial, portanto, são cumulativas, historicamente construídas. As decisões tomadas no

passado influenciam decisivamente as do presente. O progresso técnico não deve ser encarado como um fenômeno isolado no tempo e no espaço, mas considerado a partir de uma abordagem sistêmica e como resultado de trajetórias que são cumulativas e construídas historicamente – *path dependence* (ARTHUR, 1989; DOSI, 1988; 2006; ROSENBERG, 1994; 2006). Portanto, as capacidades tecnológicas acumuladas pela indústria de certo país são diversas, mas ao mesmo tempo idiossincráticas, específicas, selecionadas pelas firmas, instituições, sistemas e redes (*networks*) de conhecimentos que configuram a composição de certa estrutura industrial, sua competitividade e o padrão de inserção no comércio internacional, e, portanto, podem implicar irreversibilidades e inércias consideráveis.

Para Freeman e Perez (1988) as mudanças na dinâmica social e econômica decorrem de processos de “destruição criadora” e de continuidade devido à mudança do paradigma tecno-econômico na indústria, no consumo, na configuração da sociedade, no modo de trabalho e de vida das pessoas. Esses processos alteraram profundamente as estruturas produtivas industriais, desencadearam mudanças nos padrões de concorrência dos mercados e importantes adaptações nas estruturas institucionais e sociais das economias capitalistas. Conforme Perez (2004, p.52-53), enquanto uma revolução tecnológica revigora as oportunidades de investimento e inovação, também aparece como uma ameaça sobre as formas estabelecidas de fazer as coisas nas empresas, nas instituições e na sociedade como um todo. Um novo paradigma tecno-econômico gradualmente então assume um “sentido comum” para a ação coletiva. Quando pressionadas pelas forças competitivas, as firmas inovam para aumentar os seus lucros e ajudam a difundir as mudanças pela economia. Não obstante, necessita-se de mudanças nas instituições face às condições para viabilizar uma nova trajetória, pois o arcabouço regulatório e social prévio foi desenvolvido para adequar-se ao paradigma tecnológico anterior.

**O conceito de paradigma tecno-econômico sugere que uma análise do regime macroeconômico de crescimento da economia deve contemplar o problema das mudanças quantitativas e qualitativas de ordem micro e macro como um processo co-evolucionário das capacidades tecnológicas das empresas e da mudança das instituições (NELSON, 1998, NELSON, 2001; CIMOLI; KATZ, 2002).**

A atenção voltada às transformações institucionais permite ponderar a amplitude explicativa de muitas análises que supunham implicitamente uma maleabilidade e adaptação das instituições em relação às finalidades da acumulação de capital. É no mínimo prudente considerar que as reformas institucionais sejam reconhecidas como ingrediente do processo de crescimento e desenvolvimento da economia, mais além do “determinismo econômico” das

teorias que realçam a questão da capacidade produtiva e do crescimento endogenamente determinado. Ademais, **o conceito de capacidade tecnológica, e não o de capacidade produtiva, parece ser o que mais transmite a ideia de “autonomia” no processo de crescimento e desenvolvimento econômico.**

Segundo classificação proposta por Zysman (1994, p.258), há também quatro tipos macro-instituições fundamentais e inter-relacionadas na explicação da trajetória de desenvolvimento das economias: o caráter do Estado, as características dos sistemas de relações de trabalho, a organização do sistema financeiro e o sistema legal/regulatório. A capacidade do Estado em orientar o ajustamento industrial ocorre através do estabelecimento de regras e alocação seletiva dos recursos visando a atingir suas metas de crescimento, e que pode incluir o apoio à acumulação de capacidades tecnológicas e inovação. As características dos sistemas de relações de trabalho, conforme também proposto pela escola da regulação francesa, definem os direitos e as disputas entre capital e trabalho. A organização do sistema financeiro condiciona as condutas empresariais e a influência do Estado sobre a indústria. O sistema legal/regulatório é que define as regras de controle entre mercados, a organização das firmas e a possibilidade de negociação entre grupos produtores.

O marco regulatório da economia, expresso pelas “regras do jogo” formais (e informais), ambiente competitivo, incentivos/desincentivos diversos, grau de abertura econômica, ambiente macroeconômico etc., constituem o conjunto de instituições que estruturam e dão estabilidade a horizontes temporais para coordenação de decisões de investimentos. Da mesma forma, estruturam e incentivam mais ou menos esforços e atividades inovativas e disciplinam as relações de produção e disputas entre capital e trabalho. O marco regulatório, as mudanças institucionais e as expectativas de longo prazo sobre as condições futuras do mercado e da tecnologia dão sentido às decisões empresariais. Ademais, decisões de investimento, sua localização, esforços em P&D e as decisões microeconômicas se relacionam dinamicamente com as especificidades dos regimes tecnológicos setoriais que se acham expressos por diferentes graus de oportunidade e apropriabilidade de atividades inovativas/produativas e graus variados de complexidade e comutatividade do conhecimento tecnológico. Isto porque em determinado contexto espacial e institucional, os regimes e as externalidades tecnológicas afetam a dinâmica inovativa de cada setor individual, e o padrão de acumulação tecnológica de cada país. Naturalmente, **uma análise estrutural de longo prazo deve permitir identificar regimes ou padrões de oferta diferentes associados aos padrões e composição do investimento, aumento da divisão social e técnica do trabalho e**

**acumulação de capacidades tecnológicas construídas e assimiladas no processo de desenvolvimento, especialmente as de realizar a mudança técnica.**

A crítica de Kaldor à teoria neoclássica do comércio internacional é matriz essencial e ponto de partida do “modelo apreciativo” desenvolvido e refinado pelos neoschumpeterianos (BAPTISTA, 1997, p.09). A crítica de ambas as perspectivas teóricas é que, mantida as hipóteses neoclássicas da concorrência perfeita, retornos constantes de escala, pleno emprego, mobilidade dos fatores e difusão livre de tecnologia e funções de produção homogêneas (iguais) a países e empresas, os padrões de especialização relativa de cada nação conformam-se através de ajustamentos de preços e quantidades, sem alterar o nível de atividade econômica. O ponto inicial de Kaldor é de que a existência de diferenças nas elasticidades da demanda entre vários produtos/setores com capacidades distintas de geração de renda e emprego, juntamente à existência de retornos crescentes de escala (estáticas e dinâmicas), conduz à hipótese de polarização do comércio internacional.

O modelo de Kaldor e Thirwall sugere que o crescimento mundial e as taxas de crescimento dos países em processos de industrialização estão restringidas tanto pela capacidade de poupança/investimento como pelos padrões de mudança “assimétricos” nos coeficientes técnicos e composição da demanda. As variáveis de ajuste entre exportações e importações nesse modelo é o nível de renda e emprego através do multiplicador de comércio exterior de Harrod, que associa a taxa de crescimento da renda à heterogeneidade das elasticidades-renda da demanda de exportações e importações, e não à mudança de preços relativos e à realocação de fatores, como sugere a teoria neoclássica do comércio internacional. Ademais, o modelo entende que a elasticidade-renda das exportações (o único componente autônomo da demanda) é o elemento fundamental na explicação do crescimento das exportações, e vê as “habilidades inovativas” como fator básico da definição destas elasticidades.

Em Thirwall (2005), a elasticidade-renda nacional intervém através da propensão a importar, juntamente com a elasticidade renda mundial das exportações, na determinação do multiplicador do comércio exterior de cada economia. Naturalmente, o crescimento das exportações é necessário para custear importações essenciais para o crescimento e garantir um aumento do investimento e consumo. O autor ressalta que as exportações, além de ser o único componente da demanda verdadeiramente autônomo (por vir de fora do sistema), é o único capaz de custear importações de bens que podem ser cruciais para o desenvolvimento, mas que não são produzidos em um país, como alguns bens de capital.

Em alguns países em desenvolvimento onde os salários são mais baixos, há um vínculo negativo entre penetração das importações e níveis de emprego, devido à defasagem tecnológica generalizada e seu efeito para a falta de especialização de produtos mais avançados. As taxas de crescimento em curto e longo prazo estão limitadas pela capacidade da economia de aumentar suas exportações, principalmente de produtos industriais tecnologicamente dinâmicos, de mais alta elasticidade-renda da demanda que os produtos primários. Naturalmente, salvo o caso de períodos com grande liquidez internacional, baixa taxa de juros e ampla possibilidade de financiamento internacional do balanço de pagamentos, a falta de dinamismo das exportações não permite que as importações de bens de capital e insumos intermediários cresçam, interrompendo a transferência da tecnologia incorporada desses bens (GROSSMAN; HELPMAN, 1991 *apud* THIRWALL, 2005). Em longo prazo, a única solução segura para elevar a taxa de crescimento de um país, em consonância com o equilíbrio da conta corrente do balanço de pagamentos, é a mudança estrutural, no sentido de aumentar as exportações e as  $\varepsilon$  (elasticidade renda da demanda de exportações) e reduzir  $\pi$  (elasticidade renda da demanda de importações). Esta última ideia é fundamental, pois:

Vincula as escolhas “alocativas” presentes ao desempenho futuro da economia em termos de sua capacidade de geração de renda e crescimento (ou seja, o seu nível macroeconômico de atividade); e estabelece uma inter-relação fundamental entre as condições de demanda e oferta, ao associar a elasticidade-renda das exportações à inovatividade. Nesse sentido, uma das conclusões básicas de Kaldor é de que os países desenvolvidos são justamente aqueles que ostentam altas elasticidades-renda das exportações e baixas elasticidades-renda das importações, reflexos de suas lideranças tecnológicas. (BAPTISTA, 1997, p.10).

Note que a análise crítica de Furtado (2000) à teoria clássica e neoclássica é muito parecida com a proposta por Kaldor. A crítica de Furtado gira em torno da sua dupla visão otimista da teoria neoclássica quanto ao papel do comércio exterior na transformação das estruturas dualistas. A primeira porque a teoria parte da hipótese, de se cada país tem uma constelação de fatores particular, os custos relativos só podem ser determinados pela abundância relativa de fatores se cada participante do comércio tiverem o mesmo horizonte de possibilidades técnicas. Assim, o ajuste no intercâmbio internacional dá-se via aumento e diminuição dos preços relativos dos fatores respectivamente abundantes e escassos. O segundo aspecto dessa visão é o otimismo quanto ao papel do comércio internacional, tido como um fator de transmissão de um impulso dinâmico para o desenvolvimento. Para Furtado, este “motor” da teoria clássica e neoclássica não funciona, pois ignora o processo de

acumulação ou a expansão da capacidade produtiva através dos investimentos como força motriz do desenvolvimento. Também não nos diz nada sobre a dimensão setorial de propagação do progresso técnico para a geração de economias de escala dinâmicas, nem os fatores autônomos que condicionam a composição da procura final.

Uma característica básica das economias industrializadas é a presença de forte causalidade entre investimento, tecnologia e crescimento; talvez por isso as teorias keynesiana e neo-schumpeteriana se prestam tão bem a analisá-las. “O que está na base da máquina keynesiana ligando o investimento, a demanda efetiva e o crescimento da renda são processos micro (evolutivos) que, por sua vez, são formados e estrangidos pelas características específicas das tecnologias e das instituições” (DOSI; ORSENIGO, 1988, p.29 *apud* BAPTISTA, 1997, p.17).

A perspectiva evolucionista é predominantemente micro e mesoeconômica (ao nível de empresas e cadeias produtivas), enfocando principalmente a dinâmica das estruturas produtiva e institucional. Falta-lhe uma perspectiva da dinâmica macroeconômica de curto prazo, possivelmente porque, seguindo sua tradição schumpeteriana, sua visão é não monetária, atende-se aos movimentos da economia “real”. Embora um tratamento monetário esteja por ser feito, esta visão leva, intuitivamente, à articulação entre medidas de estabilização (que visem a ordem) e medidas e política industrial (que visem a transformação). Dentro dessa perspectiva, a interação entre os dois campos de política teria efeitos de sinergia (positiva e negativa) – por exemplo, entre estabilidade e planos e investimento. (ERBER; CASSIOLATO, 1997, p.37).

As evidências empíricas sugerem uma forte associação entre crescimento da renda *per capita*, o investimento e o processo de aprendizagem tecnológica (com a prática (*learning-by-doing*), com o uso (*learning-by-using*), através de P&D, *etc.*) devido aos mecanismos de indução dinâmica e da coesão estrutural em que uma economia industrial é fundada. Uma inovação leva à outra, tanto em decorrência de problemas específicos ou gargalos que emergem na medida em que a produção se expande, quanto no sentido de fornecer uma “estrutura que possibilita conceituar, desenhar e trabalhar em várias tecnologias complementares e associadas”. (ROSENBERG; FRISCHTAK, 1983, p.659). Por outro lado, “inovações implicam investimento, na medida em que produtos e processos novos induzem à produção e atualização de máquinas e equipamentos, e supõem uma disponibilidade de infraestrutura complementar. Além disso, a recíproca também é verdadeira: o investimento estimula a atividade inventiva e inovadora” (p.690).



Conforme adverte Rosenberg (2006, p.122) “as formas pelas quais as mudanças tecnológicas provenientes de um setor da economia constituem fortes fontes de progresso tecnológico e crescimento da produtividade em outros setores desafiam qualquer resumo ou fácil categorização”. Nas economias industriais modernas há um tipo especial de economias externas em que

“os benefícios do aumento de produtividade decorrentes de uma inovação são auferidos em setores de produção distintos daquele setor no qual foi realizada a inovação. Em vista disso, uma complexa contabilização dos benefícios da inovação precisa incluir um exame das relações intersetoriais. Isso se deve em parte ao fato de que o desenvolvimento industrial sob uma tecnologia dinâmica leva a padrões de especialização inteiramente novos, por empresa e por setor produtivo” (p.117)<sup>15</sup>.

O reconhecimento de uma hierarquia entre setores produtivos quanto aos seus distintos potenciais inovativos e de investimento, de geração de renda e crescimento através de processos de concorrência schumpeteriana, implica uma dinâmica inovativa e produtiva particular para cada setor. Em nível internacional, as vantagens/desvantagens absolutas no processo de concorrência e as especificidades dinâmicas das mudanças técnicas setoriais mostra o caráter não neutro do perfil de especialização comercial de cada país, pois os conhecimentos e experiências da atividade inovativa são cumulativos e sujeitos a retornos crescentes de escala. Em outras palavras, as diferenças dominantes das especializações entre os países no comércio internacional baseiam-se em suas distintas funções de produção, e não

---

<sup>15</sup> “Um componente desses padrões mutáveis de especialização industrial é a emergência de firmas e setores especializados que, na verdade, não produzem nenhum produto final – somente bens de capital. De fato, grande parte da mudança tecnológica nessas indústrias de bens de capital são, no primeiro momento, os compradores de tais bens em outras indústrias, mas a totalidade dos benefícios pode difundir-se de forma muito ampla em economias com unidades produtivas cada vez mais especializadas e com altas taxas de compras intersetoriais. A incapacidade de levar em conta integralmente esses relacionamentos intersetoriais constitui uma limitação fundamental da maior parte da recente literatura sobre inovação tecnologia” (ROSENBERG, 2006, p.118). “A grande virtude da análise de insumo-produto [...] é que ela nos ajuda a entender a interdependência estrutural do sistema econômico e as mudanças nessa interdependência estrutural ao longo do tempo, ao proporcionar medidas quantitativas (coeficientes de insumo-produto) do fluxo intersetorial de bens e serviços” (p.119). E completa: “**A despeito de toda sua utilidade, até mesmo a análise de insumo-produto somente pode capturar uma pequena parcela dos tipos de relacionamentos intersetoriais relevantes para nossa investigação dos retornos da inovação tecnológica. Seria necessário incluir também todas as consequências, para o setor industrial comprador, de quando as mudanças tecnológicas na indústria fornecedora dão origem a uma redução do preço do bem intermediário. Aqui, na verdade, a análise insumo-produto pode pelo menos proporcionar uma orientação preliminar a respeito da direção e das magnitudes relativas das inovações específicas**” (grifo nosso, p.120). [...] “A transferência da mudança tecnológica de um setor para outro da economia, por meio da venda de produtos, tem importantes implicações para nosso entendimento do processo de crescimento da produtividade de uma economia” (p.124). No modelo de Pasinetti (1988, p.221-223) onde os setores são “verticalmente integrados” a estrutura de preços deve mudar através do tempo, se se considera que o progresso técnico e a demanda estão ocorrendo a taxas diferentes em distintos setores.

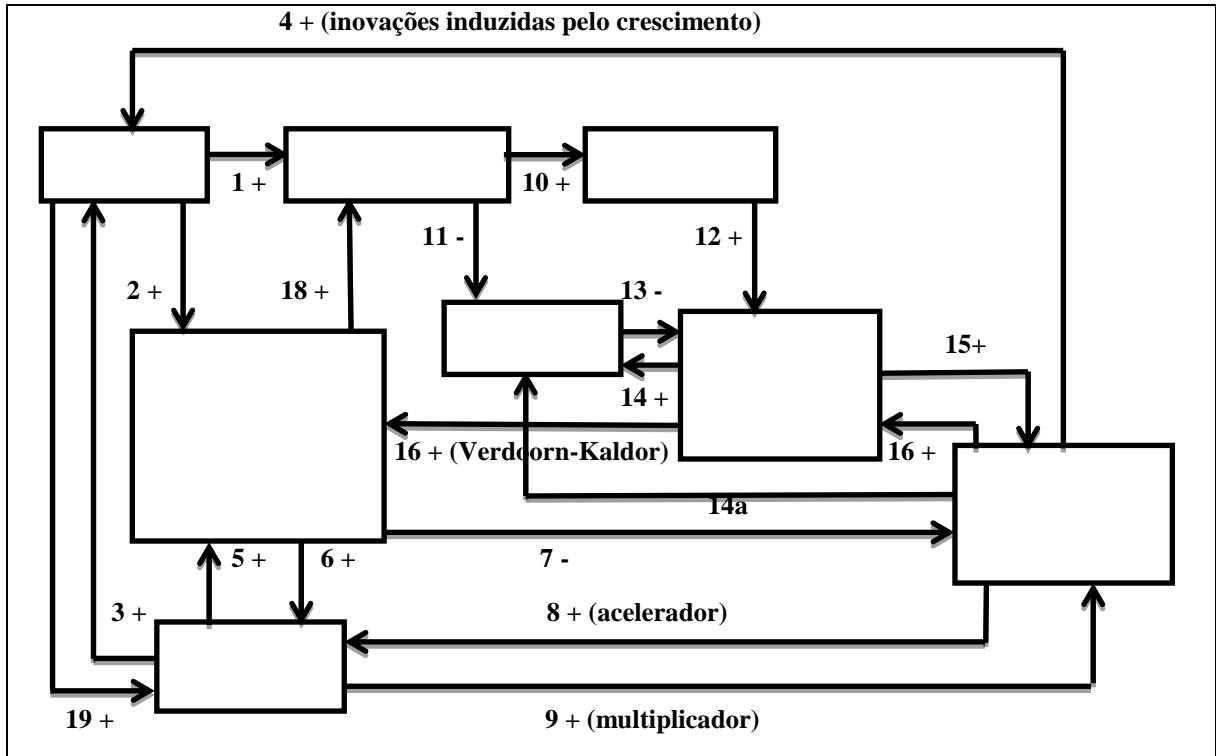
nas diferentes combinações de fatores de uma mesma função de produção (DOSI; PAVITT; SOETE, 1993, p.79).

As barreiras à entrada e vantagens competitivas associadas à cumulatividade do progresso técnico em atividades de P&D em determinada tecnologia são uma das fontes fundamentais de apropriabilidade privada, e, portanto, de geração e sustentação de assimetrias entre os agentes econômicos. Os caracteres tácito, cumulativo (ou de retornos crescentes) e específico do conhecimento tecnológico (incorporados/desincorporados) e dos ativos produtivos (tangíveis e intangíveis) também implicam irreversibilidades e inércias consideráveis, base da geração de fenômenos de *path-dependence* e de *lock-in* (BAPTISTA, 1997).

Ocorre que determinada configuração produtiva pode apresentar um grau maior ou menor de aderência no regime prevalecente de crescimento mundial, os quais podem adquirir efeitos sinérgicos e sistêmicos mutuamente reforçantes ou excludentes em relação às oportunidades tecnológicas e à inserção dos espaços locais nas relações e comércio internacionais. Estes efeitos dependem da aderência das capacidades produtivas e tecnológicas das atividades econômicas de certa economia ao regime de comércio internacional, e do grau de rigidez do padrão alocativo desta economia. As especificidades dos ativos, o perfil das atividades econômicas desenvolvidas, a idiosincrasia das capacidades tecnológicas acumuladas e também, o maior ou menor hiato no grau de desenvolvimento tecnológico condicionam a composição e estrutura industrial, sua competitividade e padrão de inserção no comércio internacional de determinado país. (DOSI; PAVITT; SOETE, 1993, p.239-245).

Estes autores (p.241) propõem três diferentes tipos de regimes para explicar as inter-relações fundamentais que captam a ligação entre inovação e crescimento da renda, conforme a Figura 1: o regime tecnológico de cada país, que depende da natureza das trajetórias tecnológicas, e da direção e intensidade dos *feedbacks* entre mudança técnica, investimento e crescimento (vínculos 1 à 6 e 19 na figura); o regime de inserção na economia mundial, que expressa os efeitos da inovação sobre a competitividade (vínculos 1, 10 à 13, e 18), assim como a relação entre os setores comercializáveis (*tradable*) e não-comercializáveis (*non-tradable*) da economia (que expressam até que ponto o crescimento depende da produtividade das mercadorias industriais – vínculos 15 e 16); e o regime de formação da demanda macroeconômica que se associa intimamente com a natureza do regime tecnológico, o qual

vincula a inovação às decisões de investimento e à operação do multiplicador e do acelerador keynesiano (vínculos 7 à 9, 14a)<sup>16</sup>.



**Figura 1 – Uma Ilustração dos Vínculos entre Inovação, Competitividade e Crescimento da Renda**

Fonte: Dosi, Pavitt e Soete 1993, p.242.

Nota: Os sinais + e - representam a direção provável do efeito.

Uma propriedade schumpeteriana fundamental da dinâmica do comércio internacional é atribuída ao papel das inovações na forma de novos produtos e o investimento autônomo que a elas se associa tanto por líderes tecnológicos como pelos imitadores que expandem tanto as possibilidades de exportação quanto a demanda agregada, salários reais, renda real e níveis de importação (DOSI; PAVITT; SOETE, 1993, p.239). Uma das teses centrais da abordagem neoschumpeteriana é a dominância da eficiência schumpeteriana sobre

<sup>16</sup> Um regime de crescimento descreve o processo de geração da renda nacional inscrito em um determinado contexto histórico e institucional, conforme destacado por Bruno (2009) e Amitrano (2010). Ele é composto por dois regimes: um de demanda e outro de produtividade. Os componentes da demanda agregada (determinantes do consumo das famílias, dos gastos do governo, do investimento e das exportações líquidas) e o regime de produtividade (ritmo e direção intersetorial de progresso técnico, estrutura industrial, marco legal/competitivo, políticas industriais, sistemas de inovação) se reforçam mutuamente por um típico processo de causação cumulativa. O crescimento econômico, da produtividade e as formas específicas de organização da produção e da inovação operam sob as condições da lei de Kaldor-Verdoorn. Já as condições macroeconômicas podem ou não favorecer a formação de expectativas ou de planos e estratégias empresariais que permitam a consecução investimentos.

a de crescimento (ou eficiência keynesiana) e, principalmente, sobre a eficiência alocativa (ou ricardiana).

A eficiência schumpeteriana é definida a partir da vinculação que se estabelece entre o regime tecnológico e o regime da formação da demanda macroeconômica. Isto porque as atividades industriais voltadas para produção e exportação de produtos de alta tecnologia, além de associarem-se com elasticidade-renda da demanda mais alta (com taxa de crescimento da demanda mundial acima da média – eficiência keynesiana), geram externalidades dinâmicas e retornos crescentes que impulsionam os aprendizados tecnológicos (eficiência schumpeteriana). As inovações atuam para a ampliação das próprias fronteiras de expansão do sistema através da criação de novos espaços de mercado, ou seja, na expansão autônoma da demanda efetiva via investimentos autônomos. (BAPTISTA, 1997, p.17).

Segundo admitem Dosi, Pavitt e Soete (1993, p.241), há certa analogia do modelo schumpeteriano como o modelo pós-keynesiano de Kaldor e Thirwall, no qual, em nível teórico, a taxa de crescimento em longo prazo de cada economia está determinada pela taxa máxima compatível com as restrições no balanço de pagamentos. De toda forma, o modelo de inspiração keynesiana enfatiza apenas o papel da demanda externa como determinante último das taxas de crescimento. A eficiência keynesiana, portanto, expressa a taxa máxima de crescimento compatível com a restrição externa do balanço de pagamentos.

Por outro lado, o processo de ajuste estacionário ou ricardiano de uma economia aberta é quando há uma tendência em nível microeconômico para busca de eficiências estáticas; as inovações aumentam apenas a produtividade *vis-à-vis* às atividades com custo mínimo/lucro máximo, que induzem um aumento da eficiência alocativa ricardiana no curto prazo a partir da especialização no comércio internacional (DOSI; PAVITT; SOETE, 1993, p.235). Este tipo de ajuste incrementa as possibilidades de crescimento do sistema internacional, mas ao mesmo tempo pode não gerar uma demanda agregada suficiente para alcançar a taxa de crescimento nocionalmente possível. Este ideia aparece expressa também no que se conhece como “paradoxo de Kaldor”, o qual mostra uma relação *virtuosa ou perversa* no longo prazo entre a evolução das vantagens de custo e participações no comércio mundial: os países que melhoraram seu desempenho exportador também são aqueles cuja competitividade relacionada a custos tem se deteriorado mais, ou vice versa (p.198):

Em um mundo caracterizado pela mudança tecnológica, as lideranças tecnológicas conformam o padrão de sinais de lucratividade intersetorial e entre produtos, e, assim, também o padrão de alocação microeconômica. Este último, entretanto, pode afetar o dinamismo macroeconômico de longo prazo de cada país, em termos

tanto das taxas de crescimento da renda congruentes como a restrição do balanço de pagamentos, como da inovatividade tecnológica.

Em última instância, isto ocorre porque os efeitos de uma multiplicidade de sinais (relativas à lucratividade, crescimento a longo prazo da demanda e oportunidades tecnológicas, nos processos de ajuste microeconômicos) provavelmente são assimétricos, geram rendas crescentes dinâmicas e várias classes que os economistas chamam “dependência da trajetória”, “não convexidades” e “externalidades”. Quando surgem *trade-offs* entre as diferentes noções de eficiência, podem emergir resultados macroeconômicos “sub-ótimos” ou “perversos”, se os agentes orientados pelo lucro privilegiam processos alocativos viesados na direção do que chamamos eficiência estática ou ricardiana. Uma vez que o padrão futuro de vantagens/desvantagens tecnológicas está também relacionado com os padrões alocativos presentes, confrontamo-nos aqui com um conjunto de processos dinâmicos que Kaldor chamou de “causação circular”. Os sinais econômicos relacionados com as rentabilidades intersetoriais - que levam de maneira direta a vantagens comparativas e uma especialização relativa – verificam a eficiência alocativa dos diversos usos produtivos, mas também podem desempenhar um papel mais ambíguo ou mesmo perverso com relação ao crescimento macroeconômico de longo prazo.

Os processos circulares “virtuosos” ou “viciosos” discutidos previamente estão relacionados à própria natureza dos mecanismos alocativos, na medida em que cada economia caracteriza-se pela mudança técnica que apresenta diversos graus de oportunidade específica de cada setor, cumulatividade, apropriabilidade, externalidades tecnológicas dinâmicas e aprendizado local e idiossincrático (DOSI; PAVITT; SOETE, 1993, p.270-271).

Por último, mas não menos importante, infere-se sobre as condições sistêmicas, estruturais e em nível de empresa para o aumento da competitividade. “A *competitividade* deve ser entendida como a *capacidade da empresa de formular e implementar estratégias concorrenciais, que lhe permitam conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado*” (grifo dos autores, COUTINHO; FERRAZ, 1993, p.04).

Em cada mercado, o padrão de concorrência de um setor depende de uma série de atributos como o preço, qualidade, diferenciação de produtos, economias de escala e escopo, relacionamentos/interações produtivos entre empresas, usuários e instituições de apoio tecnológico. **Cada conjunto crítico de fatores de sucesso e a regularidade da competição acabam por definir o padrão de concorrência setorial. Neste sentido, o padrão de concorrência consiste no conjunto de atributos ou de fatores críticos que define a concorrência, e que conseqüentemente, direciona o sucesso competitivo dos agentes.**

Os padrões de concorrência são influenciados pelas características estruturais e comportamentais do ambiente competitivo da empresa, sejam as referentes ao seu setor/mercado de atuação, sejam as relacionadas ao próprio sistema econômico. No primeiro caso, estão as complementariedades tecnológicas, as restrições ou estímulos associados ao fluxo de mercadorias e de serviços entre outros fatores que decorrem da interdependência entre firmas ou setores em concorrência. No segundo caso, estão as disponibilidades de infraestrutura e de recursos financeiros e humanos, as leis, o sistema de planejamento e a política industrial, os instrumentos de fomento e demais características associadas ao ambiente macroeconômico e ao arcabouço institucional onde as empresas estão imersas. (FERRAZ; KUPFER; HAGUENAUER, 1996, p.07).

Nestes termos, como as empresas constroem vantagens competitivas endógenas?

Em síntese, há duas dimensões do processo de concorrência que as empresas buscam construir vantagens competitivas: de vantagens de custos e diferenciação de produto que, juntamente às capacidades tecnológicas acumuladas e amplitude e tipo de mercado acabam por gerar barreiras estruturais à entrada em um determinado mercado. Tais vantagens derivam de atributos da tecnologia e dos artefatos tecnológicos, custos de transação e das condições de oportunidade, apropriabilidade e cumulatividade do conhecimento tecnológico setorial base que definem dinamicamente os atributos do produto e o padrão de concorrência setorial ou fatores do sucesso competitivo, tais como: ocorrência de economia de escala e escopo; capacidade de geração de excedentes e autofinanciamento; atividades de busca de diferenciação de produtos através da P&D ou por *lead time*, patentes e/ou licenciamento de tecnologia; relação com os fornecedores, mão-de-obra, instituições de apoio e organização da produção; gestão administrativa, *design*; linhas de produtos; imagem e marca; formas de comercialização; assistência, financiamento e relação com os usuários.

No enfoque schumpeteriano, fortalecer a capacidade de desenvolvimento tecnológico e gerencial como mecanismos estimuladores de inovações “*lato senso*” requer um ambiente intensamente competitivo e empresas com capacidades técnicas, produtivas e organizacionais, que investem em P&D, *design*, interagem com usuários etc. Como Schumpeter já colocava, a contrapartida lógica da atividade inovadora são as “práticas monopolistas”. Se a inovação é a característica essencial da dinâmica econômica e da concorrência intercapitalista, as “imperfeições de mercado” devem ser destituídas do estatuto teórico e analítico que lhes são conferidas pela teoria convencional, pois se trata de um elemento congênito do sistema capitalista. (BAPTISTA, 1997, p.06).

Os fatores determinantes da competitividade possuem características de abrangência distintas, desde a da capacidade empresarial à estratégia e gestão produtiva, tecnológica, organizacional e financeira, capacidade para a inovação, produtiva e recursos humanos. Já as condições estruturais do mercado e a configuração da indústria também influenciam a competitividade, enquanto que no nível sistêmico os determinantes competitivos dependem do regime de incentivos, diversidade e amplitude das capacidades tecnológicas acumuladas locais, regulação da concorrência, política e ambiente macroeconômico e jurídico-político-institucional, condições da infra-estrutura, condições sociais e dimensões regionais ou internacionais da concorrência. Sinteticamente, alguns fatores determinantes e as características da abrangência da competitividade, conforme Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira (ECIB), são:

#### Internos à Empresa

Estratégia e Gestão: capacitação nos processos decisórios, busca e intensidade da utilização de informação externa, aumento de delegação de poderes, diminuição da burocracia hierárquica, busca de eficiência, rapidez na tomada de decisão, aumento da densidade interna de troca de informações. Aumento das relações com fornecedores e clientes, com parcerias em desenvolvimento de produtos, troca de informações, fluxos e garantia de entrega dos produtos, qualidade e cumprimento de contratos.

Capacidade Inovativa: novos mercados, produtos e processos pela acumulação de capacitações tecnológicas, condições técnicas e recursos humanos. Menor custo e melhor qualidade com aumento da produtividade. Alianças tecnológicas (estratégicas) com diversos agentes ou associações para inovação.

Capacidade Produtiva: conhecimentos de produção, processo produtivo, avanços técnicos por novas tecnologias. Transformações tecnológicas por maior qualidade, flexibilidade, rapidez de entrega e racionalização dos custos, com utilização de computadores, sistemas digitais, métodos como: *just-in-time*, *Kanban*, células de produção, CCQ etc.

Recursos Humanos: busca da melhoria contínua da qualidade dos produtos e dos métodos de produção. Novas formas de estímulos ao trabalhador, como: estabilidade, participação dos processos decisórios, participação nos ganhos de aumento de eficiência. Busca de profissional multifuncional com capacidade criativa e investimentos em treinamento.

### Estruturais (Setoriais)

Mercado: tamanho e dinamismos da distribuição geográfica e em faixa de renda; grau de sofisticação e outros requisitos dos produtos; acesso aos mercados internacionais.

Configuração da Indústria: grau de concentração, escalas de operação, atributos dos insumos, potencialidades de alianças com fornecedores, usuários e concorrentes, grau de verticalização e diversificação setorial e padrão setorial de progresso técnico.

Regime de Incentivos e Regulação da Concorrência: regras de concorrência de conduta e estrutura empresarial com consumidores, meio ambiente e competidores; sistema fiscal-tributário das operações industriais; práticas de importação, exportação e propriedades dos meios de produção.

### Sistêmicos

De Natureza Macroeconômica: taxa de câmbio; oferta de crédito; taxas de juros, carga tributária, política salarial, etc.

Político-institucionais: políticas tributária, tarifária e industrial; regras que definem o uso do poder de compra do Estado; esquemas de apoio e incentivos a P&D.

Legal-regulatórios: políticas de proteção à propriedade industrial, de proteção ambiental, de defesa da concorrência e proteção ao consumidor; regulação dos mercados de trabalho e do capital estrangeiro.

Intra-estruturais: disponibilidade, qualidade e custo de energia, transportes, telecomunicações e serviços tecnológicos.

Sociais: condições sociais vigentes na economia, na educação, qualificação de mão-de-obra, relações de trabalho, padrão de vida da população, seguridade social.

Dimensões Regionais ou Internacionais: aspectos relativos à distribuição espacial da produção, tendências do comércio internacional, fluxos internacionais de capital, de investimento de risco e de tecnologia, relações com organismos multilaterais, acordos internacionais e políticas de comércio exterior.

## 2.4 Considerações Finais



A capacidade tecnológica de uma empresa é construída por processos de aprendizagem diversos, é enraizada nas pessoas e organização, e permite a realização da mudança técnica. A acumulação de capacidades tecnológicas é um processo idiossincrático e evolutivo e depende não apenas dos esforços das empresas, mas também do ambiente econômico, social, inovativo e institucional mais geral da economia como um todo.

A abordagem neo-schumpeteriana explora o fenômeno complexo da inovação, tanto das capacidades e esforços tecnológicos das empresas e organizações como do regime de incentivos econômicos, sociais e institucionais que permitem a realização da mudança técnica. A capacidade de uma empresa de obter capacitação para inovar se baseia em uma abordagem sistêmica em que a inovação é construída de forma não linear e considera-a como um resultado de esforços intencionais, ações de colaborações e interações entre diversos atores econômicos e sociais (firmas, organizações, universidades, fornecedores, usuários, etc.) com conhecimentos e habilidades assimilados por processos de aprendizagem diferentes.

As características de um artefato tecnológico e das heurísticas das empresas para a realização das inovações em nível setorial são diferentes, pois envolvem particularmente um conhecimento base específico para o desenvolvimento do artefato. As tecnologias e suas respectivas lógicas internas e trajetórias evolutivas em determinados setores e empresas se dão em meio a continuidades, incentivos e oportunidades diferentes, por causa de distintos graus de complexidade e especificidade de cada conhecimento tecnológico base, ou seja, de cada tecnologia. Tecnologias diversas têm diferencialmente determinados conjunto de práticas e heurísticas para a solução de problemas tecnológicos específicos que dão origem a trajetórias tecnológicas particulares, pois envolvem a acumulação de conhecimentos científicos e tecnológicos de determinada área, que são estimulados pela demanda e/ou pela pesquisa científica e tecnológica, denotando uma relação complexa entre ciência, tecnologia e economia.

Portanto, as empresas são o epicentro da dinâmica tecnológica, enquanto os setores industriais constituem a instância mesoeconômica cujos processos inovativos conformam e provocam transformações estruturais. Por sua vez, o dinamismo e as transformações estruturais em nível mesoeconômico juntamente ao ambiente mais geral em que as empresas estão inseridas, condicionam o crescimento e o desenvolvimento econômico. As especificidades econômicas, institucionais, e os padrões tecnológicos setoriais, inerentes a um determinado contexto espacial, territorial e social, lastreiam o processo de formação de capital e o desenvolvimento da tecnologia. A acumulação de capital e o desenvolvimento tecnológico são processos dinâmicos de alocação de recursos.

### 3 O SETOR DE MÁQUINAS-FERRAMENTA EM PERSPECTIVA MUNDIAL

O setor de máquinas-ferramenta (MF) constitui uma proporção pequena da indústria de bens de capital mecânicos, mas caracteriza-se como um mundo à parte. Sua importância é mais tecnológica do que econômica, pois há uma diversidade de tipos e modelos de MF segundo a finalidade produtiva a que se destinam. As empresas de MF inserem-se dentro de um tecido industrial muito complexo e variado.

O objetivo desse capítulo é buscar conhecer as principais características produtivas e tecnológicas do setor MF a partir de uma perspectiva mundial e histórica, tendo em vista o caráter idiossincrático do setor em diversos países produtores. Apesar de não se explorar detidamente o papel das mudanças institucionais *vis-à-vis* as mudanças tecnológicas e produtivas em âmbito mundial, convém ressaltar a extrema importância da análise das instituições, principalmente quando se considera o conceito de paradigma tecno-econômico elaborado por Freeman e Perez (1988), apresentado no referencial teórico.

Tendo em vista o objetivo apenas de levantar características tecnológicas e históricas sobre o setor de MF, o capítulo se divide em três seções: a seção 2.1 visa investigar as principais características produtivas e tecnológicas do setor de MF; na seção 2.2 faz-se uma revisão bibliográfica sobre a constituição e importância da mudança técnica de uma perspectiva histórica no setor de MF, enquanto na seção 2.3 mostra-se a estrutura de produção e comércio internacional do setor de MF. Na seção 2.4 fazem-se as considerações finais.

Nos capítulos 6 e 7, que objetivam respectivamente analisar o processo de reestruturação industrial e a dinâmica inovativa do setor de MF brasileiro, busca-se retomar algumas dessas características do setor de MF estudadas no presente capítulo sob o ponto de vista teórico de sistema setorial de inovação e produção.

#### 3.1 Características Produtivas e Tecnológicas do Setor de Máquinas-Ferramenta

As MF são bens utilizados no trabalho com metais para fabricar outras máquinas, equipamentos e bens de consumo. Os principais usuários de MF são do complexo eletrometal-mecânico. As indústrias eletrometal-mecânicas, seguindo a classificação de atividades econômicas do IBGE, abrangem os seguintes subsetores: metalúrgico; mecânico; material elétrico e de comunicação. As indústrias eletrometal-mecânicas englobam tanto os segmentos que se dedicam à produção e à transformação de metais, onde se destacam tanto produtores de bens e serviços intermediários (fundições, forjarias, oficinas de corte, etc.) quanto segmentos

produtores de bens finais (eletrodomésticos, equipamentos, maquinarias, veículos e material de transporte). Segundo a categoria de uso dos produtos, os bens finais podem ser os de consumo duráveis e bens de capital.

O setor de bens de capital mecânicos pode ser entendido como um conjunto de máquinas e equipamentos mecânicos que compõem a produção de outros bens, relacionando-se diretamente com a produção dos demais setores e desempenhando um papel importante na difusão de novas tecnologias. Esse setor envolve uma diversa gama de produtos de diferentes tipos e usos, que podem ser divididos em seriados e sob encomenda (AVELLAR, 2008; VERMULM; ERBER, 2002).

O setor de bens de capital compreende atividades e empresas que se relacionam com todos os outros setores da economia, fornecendo a eles máquinas e equipamentos. Dada esta característica, sua importância é fundamental para a incorporação do progresso técnico pela economia como um todo. Segundo a PINTEC (Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica) (2005), pouco menos de 50% dos investimentos em atividades inovativas feitos pelas empresas da indústria brasileira referem-se à aquisição de novas máquinas e equipamentos. Desta forma, os bens de capital atuam como difusores de inovações tecnológicas pela economia, cumprindo um papel estratégico do ponto de vista do desenvolvimento econômico. Do outro lado, compradores nacionais sofisticados de bens de capital podem ter uma forte influência nos padrões nacionais de inovação, dado o papel importante dos usuários no desenvolvimento, experimentação e modificação desses bens. A proximidade geográfica com ofertantes locais através da compra preferencial possibilitam fluxos de informações, conhecimentos tácitos e habilidades (LEE, 2005; LUNDVALL, 1992).

Como ressaltado no capítulo teórico, a acumulação de capacidades tecnológicas dos “fornecedores especializados” de bens de capital (PAVITT, 1984; DOSI; PAVITT; SOETE, 1993) é realizada a partir de fortes relações com o usuário, fatores que impulsionam o aprendizado tecnológico produtor-usuário e o desenvolvimento de novos bens de capital. Conforme ressalta Rosenberg (2006), algumas vezes a introdução de um novo produto e/ou um modo mais barato de produzir um produto existente requerem que o setor de bens de capital produza um novo produto (bem de capital) de acordo com certas especificações. Portanto, as firmas na indústria de MF tipicamente se especializam em resposta a especificações técnicas requeridas dos setores industriais de bens de consumo e outros bens de capital.

O setor de MF constitui uma pequena proporção da indústria de bens de capital mecânicos, mas se caracteriza como um mundo à parte (CRUZ, 1985). Segundo destacam

Chudnovsky e Erber (1999, p.577) “en la medida incorporan una parte significativa del progreso tecnológico e lo difunden en el tejido productivo, su importancia no es tanto económica sino tecnológica”.

As MFs diferenciam-se em dois tipos, segundo suas funções: as destinadas para o corte de metais (tornos, fresadoras, retificadoras, etc.) e as para deformação (prensas, guilhotinas, etc.). Existem mais de 3.000 tipos de MF, os quais diferem segundo a finalidade a que se destinam segundo tamanho, peso, meios de controle, desempenho e acessórios (VERMULM; ERBER, 2002). Enquanto as oficinas de reparação e as pequenas e médias empresas demandam geralmente MFs de baixo preço e tecnologia, a indústria automobilística e a aeronáutica requerem MFs de valor elevado e tecnologia sofisticada.

Em relação aos usuários de MF, as intensas mudanças nas tecnologias produtivas têm contribuído para os processos de desverticalização e especialização produtiva entre empresas. Coutinho e Ferraz (1993) consideram que a introdução de máquinas e equipamentos com dispositivos eletrônicos nos processos produtivos, acompanhados pelas novas técnicas de gestão, é responsável pelo forte aumento da produtividade do trabalho, pois permite um controle mais eficaz e flexível da produção e melhora da qualidade dos produtos. Ferraz, Kupfer e Haguenaer (1996, p.308) apontam também que as “máquinas-ferramenta determinam boa parte da produtividade das atividades manufatureiras”.

As mudanças tecnológicas são inerentes à dinâmica do setor de MF, mas outras motivações aumentaram seu ritmo. Os avanços na microeletrônica e a incorporação do comando numérico (CN) às MF nas décadas de 1950 e 1960, e o aparecimento do controle numérico computadorizado (CNC) na década de 1970, representaram uma mudança do paradigma tecnológico do setor de MF nos países avançados, o que alterou radicalmente a trajetória tecnológica do setor, associando flexibilidade, automação, precisão e integração dos sistemas produtivos. Isto proporcionou a abertura de novas oportunidades inovativas para o aumento da produtividade (com a redução de tempos mortos, custo de estoques e perdas), desenvolvimento de novos produtos e a busca de mercados. “A automação de base microeletrônica também se difunde na área de projetos, com a utilização dos sistemas CAD (projeto assistido por computador), que reduzem a necessidade de pessoal e permitem melhor e mais rápida especificação dos equipamentos”. (FERRAZ; KUPFER; HAGUENAUER, 1996, p.208).

Segundo Chudnovsky e Erber (1999, p.577), o CNC “da lugar a una convergencia entre las tecnologías mecánicas y electrónicas, que se denomina la mecatrónica. Esta convergencia es mayor en la producción de MH (máquinas-herramienta) por arranque de

viruta donde el CNC se difunde a casi todos los tipos de máquinas [...] y es menor en las máquinas por deformación”. Uma MFCN tem três componentes principais: a unidade de controle, o sistema de acionamento e a ferramenta incorporada à máquina. O primeiro lê informações numéricas armazenados em uma fita sobre a parte de metal para ser transformado e converte-o em comandos que ativam os servomecanismos do sistema de acionamento. Estes estão ligados por meios mecânicos às partes móveis da MF, geralmente o veio da ferramenta e da mesa de trabalho (MAZZOLENI, 1997).

No setor de MF, as próprias inovações de produto criam a possibilidade de utilizá-lo como inovações de processo pela empresa. Noutras situações pode-se requerer que inovações de processo sejam necessárias para fabricação de um produto novo. Para o setor de MF,

o avanço na direção de produtos mais sofisticados e precisos depende de se contar com equipamentos melhores. Num ambiente em que as empresas imitam as máquinas que utilizam, fica difícil determinar se a mudança tecnológica de produto antecedeu ou foi consequência da mudança tecnológica de processo. O fato é que ambas estão interligadas. (CRUZ, 1985, p.92).

Outra característica do setor de MF é que esses bens são produzidos em séries relativamente curtas, principalmente no segmento de MF de arranque de metal, e também, em alguns casos, a pedido dos usuários sob encomenda. As escalas de produção são importantes para o segmento seriado assim como a organização do processo de produção. Já para o segmento que trabalha sob encomenda as economias dinâmicas do aprendizado tecnológico como resultado da repetição e experiências de projetar e fabricar bens com características semelhantes são mais relevantes. “Los fabricantes de MH emplean una alta proporción de obreros, técnicos e ingenieros” (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999, p.577).

Em decorrência da profunda reestruturação e do rejuvenescimento tecnológico do setor de MF, o padrão de concorrência setorial e as estratégias competitivas foram na direção de elevar o “teto” de gastos em P&D frente à mudança do regime tecnológico do setor (com aumento das oportunidades e a alteração do conhecimento tecnológico base) e a intensificação das relações produtor-usuário. As práticas de subcontratação, padronização e modularização no setor são recorrentes, uma tendência que se acentuou nos 20 anos. Os laços entre produtores de MF com seus clientes também são muito próximos, exigindo projetos e desenhos específicos, principalmente no caso de máquinas especiais. O próprio conceito de MF evoluiu para abarcar três faixas bem caracterizadas de mercado: “maquinaria de

tecnologia tradicional (operada manual ou semi-automaticamente), maquinaria automática, eletrônica ou não, e sistema para produção, incluindo as máquinas especiais, os sistemas flexíveis (FMS), as ilhas ou células de produção (CELL), as linhas flexíveis de produção (FML), centro de usinagem e robôs” (VERMULM, 2003, p.26).

Para Passos (1996; 1999) os aspectos que adquiriram crescente importância para o sucesso das empresas de MF seriadas de corte no enfrentamento no mercado são: crescimento da escala de produção; capacidade de as empresas incorporarem inovações de produto; crescente importância da automação microeletrônica no processo de fabricação e desenho; e intensificação da relação com fornecedores e usuários. O processo de inovação no setor de MF em nível mundial foi incremental até os anos 1970. O rápido desenvolvimento do CN e posteriormente do CNC causou problemas consideráveis e grande descontinuidade para as empresas estabelecidas. Algumas empresas foram capazes de transformar seus negócios, muitas não (ARNOLD, 2001).

As MF com CNC abrem também novas oportunidades de automação e flexibilidade em indústrias caracterizadas por utilizarem processo de produção descontínuo, e anteriormente, não densas em economias de escala, permitindo compartilhamento de ativos e obtenção de economias de escopo que alimentam as economias de escala. Estas novas tecnologias do tipo flexíveis romperam com a necessidade da utilização de equipamentos dedicados e rígidos, “impróprios” para obtenção de economias de escopo. Não obstante, a aplicação dessas novas tecnologias com eficácia pressupõe aprendizado contínuo para acumulação de capacidades tecnológicas de projeto e desenvolvimento de produto, como também instalações modernas. No caso da fabricação de bens de capital sob encomenda (mecânica pesada ou na indústria aeronáutica e naval, por exemplo), “a utilização de equipamentos ‘programáveis’ resulta num novo tipo de automação, de caráter flexível, na qual a escala deixa de ser obstáculo à mecanização, uma vez que os equipamentos podem ser utilizados, sucessivamente, na fabricação de peças distintas, (diante de) seu esforço de adaptação” (LAPLANE; FERREIRA, 1985, p.09)<sup>17</sup>.

A adoção de MF/CNC e seu bom emprego requer capacidade para entender as implicações da nova tecnologia. Enquanto o aproveitamento das economias de escopo e

---

<sup>17</sup> Tais como: “desenvolvimento de novos produtos (máquinas-ferramentas CNC, robôs e, e sistemas flexíveis de manufatura, por exemplo); incorporação progressiva da base técnica microeletrônica nos produtos tradicionais do setor (por exemplo, controladores lógicos programáveis e instrumentação eletrônica digital, substituindo os produtos tradicionais: relês e instrumentos analógicos); e inovações de processo, decorrentes da utilização dos novos produtos da indústria de bens de capital (por exemplo, a incorporação de máquinas-ferramentas com controle numérico ou robôs, na fabricação e montagem de outros equipamentos), bem como da incorporação de computadores com software aplicativo nas áreas de projeto e desenho (equipamentos de *Computer-Aided Design* (CAD), por exemplo)” (LAPLANE; FERREIRA, 1985, p.06).

flexibilidade com a nova tecnologia ganha importância com redução dos tempos de *set-up* e *changeover*, aumento da variedade do *mix* de produtos e compartilhamentos de ativos e custos, sua adoção confere à planta uma expansão ainda maior da capacidade produtiva. Isto aumenta também a importância das economias de escala, que continuam existindo com a produção agregada. Embora os custos dos equipamentos aumentem em proporção menor do que a capacidade produtiva há uma tendência de aumento dos custos fixos da planta. Não obstante, devido à própria natureza racionalizadora da tecnologia de base microeletrônica, diminuem-se custos com mão-de-obra direta e matérias-primas (com o aumento da eficiência e diminuição do desperdício), mas por outro lado tende a aumentar a mão-de-obra indireta (administrativa) com maiores fluxos de compras de insumos, gestão da cadeia de suprimentos, da produção e diversificação das vendas/mercados, assim como necessidade de aumento de P&D (SZWARCFITER; DALCOL, 1997).

Entre outras tendências do setor em nível mundial na década de 1990, as empresas do setor de MF não apresentam porte elevado. Apenas 20 empresas empregavam acima de mil funcionários, sendo que apenas seis empregavam mais de 4.000 (CRUZ, 1993). Com a difusão das MFCNC e dos sistemas flexíveis de produção, as economias de escopo ganham importância, mas as economias de escala tornam-se ainda mais importantes em decorrência da mudança na estrutura de custos das empresas, tendência ao aumento dos custos fixos e indiretos, apesar dos menores custos diretos com pessoal.

Nesse sentido, registra-se um crescimento da escala das maiores empresas produtoras de MF. Também são importantes para a competitividade do setor os fatores sistêmicos, como o grau de desenvolvimento dos fornecedores, mão de obra qualificada, políticas educacionais e a política econômica relacionadas com “la tasa de interés y el nivel de inversión afectan el proceso de desarrollo de esta rama que, en los principales países productores, se caracteriza por rasgos idiosincrásicos. Las políticas gubernamentales juegan un papel importante en la conformación de estos factores sistémicos” (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999, p.578). As empresas de MF inserem-se “dentro de um tecido industrial muito complexo e variado. As empresas de MF transformaram-se em "montadoras", recebendo serviços, partes e componentes de uma extensa lista de fornecedores, alguns dos quais atendem o mercado mundial. A difusão de eletrônica contribuiu para o aprofundamento deste processo”. (CRUZ, 1993, p.28).

Para o setor de MF em termos mundiais, as referências são a Siemens e Fanuc como principais fabricantes de CNC, dispositivos que são utilizados em MF de maior precisão exigida pelos usuários. A Mitsubishi e outros fabricantes de CNC estão tentando aumentar a

participação no mercado. No Brasil também ocorre isso, sendo que as empresas que desenvolveram CNC internamente adiciona-os em máquinas mais baratas, MF de segunda geração, e as comercializam com sucesso no mercado interno e aparentemente também no externo (BERTASSO, 2009).

**A mudança progressiva da base técnica exige um esforço inovativo das empresas e instituições envolvidas nos processos de mudança técnica, tanto enquanto usuários quanto como produtores de equipamentos de base microeletrônica.** Estas mudanças parecem ser configuradas por algum tipo de dinâmica da relação produtor-usuário e da trajetória tecnológica neste processo, e pelo regime tecnológico setorial derivado das capacidades das empresas e das condições, incentivos e restrições do marco regulatório micro-macroeconômico quanto ao ambiente e decisões de investimentos produtivos e inovativos. Da mesma forma, também tem influência numa certa trajetória o padrão de concorrência e dinâmica competitiva de determinada indústria em nível mundial, onde a rápida mudança técnica não apenas promove a perda de dinamismo de mercado de alguns produtos tradicionais, mas também gera oportunidades e ao mesmo tempo restrições adicionais a partir da diminuição do ciclo de vida do produto e maior capacitação e desenvolvimento tecnológico célere.

O setor caracteriza-se pelo fato da tecnologia de produto ser mais importante do que a de processo, apesar de que o emprego da automação microeletrônica por suas próprias empresas, ao possibilitar maior produtividade, maior precisão das operações de usinagem, maior flexibilidade do processo produtivo, entre outras, também constitui importante fator para a competitividade. Já o processo de mudança técnica no setor de MF é caracterizado por ser incremental e sistêmico, caracterizado pelo desenvolvimento sequencial de várias formas de aprendizados tácitos e incrementais relativo ao desenvolvimento de produtos, transferência e aquisição de tecnologia, P&D, principalmente, e desenvolvimento de habilidades em engenharia e adaptação de MFs para condições e finalidades específicas. As principais modernizações desse setor se deram, especialmente, no uso da microeletrônica e da informática, sendo um exemplo desse fato o segmento de MF que inseriu o CNC e a utilização de microprocessadores. O papel da P&D nesse setor é determinante da sua posição e do seu grau de competitividade no mercado internacional (VERMULM; ERBER, 2002). Nos últimos anos algumas inovações de destaque podem ser identificadas, como os novos centros de torneamento ou máquinas multitarefas (torneamento e fresamento) com alto grau de automação (controle de diversos eixos lineares e circulares), e os centros de usinagem *high speed*.



O desenvolvimento e uma difusão ampla dessas novas tecnologias requerem algumas condições e incentivos do ambiente micro-macroeconômico para emergência de regimes tecnológicos setoriais virtuosos. O aproveitamento das oportunidades pelo setor de MF passa, necessariamente, pelo potencial inovativo das aplicações da microeletrônica na automação de processos industriais do tipo discreto ou descontínuo. O P&D, a interação produtor-usuário e a busca incessante de economia de escala e eficiência através da utilização das próprias tecnologias microeletrônicas racionalizadoras é uma das características fundamentais da indústria de MF em nível internacional.

### 3.2 A Importância do Setor de Máquinas-Ferramenta de uma Perspectiva Histórica

Uma investigação sobre a importância do setor de MF a partir de uma perspectiva histórica busca, através de uma análise não tanto extensiva, destacar o surgimento e o desenvolvimento do setor em nível mundial. Tendo em vista esse objetivo, essa seção desdobra-se em três subseções. Na seção 3.2.1 exploram-se as condições tecnológicas e institucionais em que se desencadeou a revolução industrial e os motivos da liderança da economia dos EUA já no final do século XIX; na subseção 3.2.2 continua-se a análise histórica dos fatores que levaram aos anos dourados do crescimento econômico após a segunda guerra, e o esgotamento do padrão industrial “fordista”; na subseção 3.2.3, busca-se mostrar de uma perspectiva histórica as inovações de produto (e processo) do setor de MF nos últimos 60 anos com o advento e desenvolvimento de novos produtos de base microeletrônica.

#### 3.2.1 A Revolução Industrial e Liderança Industrial no Século XX

A revolução industrial, e pode-se dizer, a revolução tecnológica que começou na Grã Bretanha no último terço do século XVIII, tinha em seu cerne uma constelação de novas tecnologias em rápida expansão que envolvia novas formas de energia, técnicas inovadoras na metalurgia, na fabricação de máquinas e em novos modos de transporte. Quando as empresas conseguiram organizar e administrar de forma exitosa a produção dessas novas tecnologias, trouxeram imensas melhorias na produtividade que transformaram a vida de todos participantes do processo (ROSENBERG, 2006, p.364-365).

“El crecimiento económico desde finales del siglo XVIII ha atravesado por cinco etapas, asociadas con cinco revoluciones tecnológicas sucesivas” (PEREZ, 2004, p.32). Cada

uma das revoluções tecnológicas é caracterizada por uma constelação de novos produtos, tecnologias, indústrias e infraestruturas mais dinâmicas, e princípios organizacionais relacionados entre si, e capazes de rejuvenescer e modernizar as indústrias maduras. Também envolvem as mudanças institucionais em seu conjunto<sup>18</sup>.

Especialmente entre 1800 e 1830, uma sequência de inovações na indústria de MF “that made it possible to construct high pressure engines which were both safer and far more efficient” (FREEMAN; LOUÇÃ, 2001, p.200). Os principais avanços da tecnologia das MF e na engenharia de precisão permitiram a construção de cilindros com dimensão precisa, que representou uma diminuição de custos e melhorou o desempenho do motor a vapor de alta pressão utilizado tanto no transporte quanto no modo estacionário. É importante chamar a atenção para uma constelação de inovações tecnológicas desenvolvidas por muitos indivíduos, e, principalmente, para as inovações institucionais e sociais que desencadearam a revolução industrial (TIGRE, 2006; PEREZ, 2004).

As tecnologias britânicas forneceram as bases para o desenvolvimento industrial, primeiro da Europa Ocidental, em seguida dos Estados Unidos, e posteriormente para outros países onde as condições se mostravam favoráveis. A difusão tecnológica foi mais forte e mais rápida na Inglaterra na primeira metade do século XIX.

In Musson’s view the British development of ‘mass production’ was not ‘precocious’, but simply reflected the fact that “mechanical engineering, particularly the development of machine tools, originated earlier and spread more extensively in Britain than in the USA, during the late eighteenth and first half of the nineteenth century. This is indeed what one would expect, since the Industrial Revolution occurred first in Britain (MUSSON, 1980, p.91 *apud* FREEMAN; LOUÇÃ, 2001, p.205).

---

<sup>18</sup> Perez (2004, p.52-53) explica como se dão essas mudanças e adaptações da economia e da sociedade: “Cada revolución tecnológica, originalmente recibida como un conjunto de oportunidades auspiciosas, pronto es vista como una amenaza a la forma establecida de hacer las cosas en las empresas, en las instituciones y en toda la sociedad. El nuevo paradigma tecnoeconómico asume gradualmente la forma de un nuevo “sentido común” para la acción efectiva en cualquier área de actividad. Pero mientras las fuerzas competitivas, la búsqueda de ganancias y las presiones de supervivencia ayudan a difundir los cambios en la economía, las vastas esferas social e institucional, donde también se necesita el cambio, permanecen rezagadas por fuerte inercia derivada de la rutina, la ideología e os intereses creados. (...) Es así como los primeros 20 a 30 años de difusión de cada revolución tecnológica conduce a un desajuste creciente entre la economía y el sistema social y regulatorio. Estos últimos fueron desarrollados para adecuarse a los requerimientos del paradigma anterior y no pueden hacer frente a las nuevas condiciones. Además los cambios que ocurren en la esfera tecnoeconómica suponen un inmenso costo social en términos de pérdida de empleos y habilidades así como en el desplazamiento geográfico de las actividades. El marco previo difícilmente podría estar preparado para absorber o compensar estos costos”.

Conforme defendem Abramovitz e David (1994, p.04), a economia dos Estados Unidos já assumia posição de liderança em termos de produtividade internacional nas últimas décadas do século XIX. Essa liderança já era o reflexo de suas excepcionais características econômicas e sociais, bem como a natureza dominante da dependência da trajetória que o progresso técnico seguiu com os avanços na produtividade. Para os autores, era natural que essa trajetória fosse em direção ao consumo intensivo de recursos naturais e utilização e modo de organização da tecnologia de produção em massa de alto rendimento devido o caráter intensivo do capital e as altas economias tecnológicas de escala, denominado Sistema Americano de Manufatura. A abundância de recursos em terras, minerais e florestas e o maior e mais homogêneo mercado interno do mundo colocava os EUA no centro do capitalismo mundial, pois facilitava a ocorrência de economias de escala na produção, comercialização e no financiamento das indústrias extrativas, processadoras e de transformação (FREEMAN; SOETE, 2008, p.105). “Em 1900, a renda nacional dos EUA era duas vezes maior que a do Reino Unido, e quase quatro vezes maior que as da França e da Alemanha” (NELSON, 2006, p.383).

Devido às circunstâncias históricas, às iniciativas industriais e tecnológicas, à existência de capacidades sociais e ao maior mercado interno, a trajetória do progresso tecnológico nos Estados Unidos da produção em massa encontrou um ambiente para se desenvolver, a partir das experiências pela utilização e esforços para melhorar a tecnologia inglesa (ABRAMOVITZ; DAVID, 1994, p.04). Conforme já notava Gerschenkron (1973, p.12), a partir da observação de Veblen (1915), a capacidade de copiar a técnica, “es uno de los elementos que más pueden contribuir a asegurar a un país que inicia su industrialización, la consecución de un ritmo rápido en un desarrollo”.

Por que a Inglaterra perdeu a liderança nas taxas de crescimento econômico e aumento da produtividade em termos mundiais? Segundo Rosenberg (2006, p.382) “a deterioração do desempenho da Grã-Bretanha pode ser observada na falta de habilidade para gerar e explorar novas tecnologias de forma parecida com o sucesso obtido com as tecnologias da máquina a vapor, do carvão e do ferro, da Primeira Revolução Industrial”. As novas tecnologias que foram típicas da Segunda Revolução Industrial apareceram com as indústrias cujos produtos envolviam já algum grau de conhecimento científico, como a “eletricidade e suas numerosas aplicações em engenharia e na indústria de máquinas, a química orgânica e suas ramificações, e o motor de combustão interna” (*ibidem*, p.379). “No século XX, a economia britânica respondeu lenta e preguiçosamente às transformações estruturais exigidas pelo declínio dos velhos ramos industriais e expansão dos novos” (p.382).

A viabilidade ou sucesso de uma economia depende da sua capacidade de responder e adaptar-se às condições dos mercados mundiais em mutação<sup>19</sup>.

Já o sucesso do sistema tecnológico norte-americano no decorrer do século XIX, principalmente na sua segunda metade, consistiu no desenvolvimento de uma condição indispensável para o avanço tecnológico: “a formação de uma comunidade tecnológica local apta a adaptar as técnicas europeias às condições dos EUA” (NELSON, 2006, p.376). Nelson cita o trabalho de Rosenberg (1963) sobre o nascimento e evolução das tecnologias e da indústria de MF no século XIX, como uma precoce e importante manifestação institucional daquela comunidade.

A indústria norte-americana de MF foi originária das seções de manutenção das fábricas de tecido da Nova Inglaterra nas décadas de 1820 e 1830, que logo se transformou numa “indústria de maquinário”<sup>20</sup>, “gerando e difundido novas tecnologias para um amplo leque de indústrias para bens de consumo”. O principal processo da evolução das tecnologias das MF decorreu da sequência de gargalos e desafios na resolução de problemas práticos enquanto a fronteira tecnológica mudava rapidamente (NELSON, 2006, p.376). Segundo o autor,

Os historiadores econômicos conseguiram reconstruir os notáveis traços de continuidade nas histórias das empresas e de fabricantes individuais, acompanhado a melhoria das máquinas que produziam quanto à velocidade, potência, transmissão de energia, lubrificação, versatilidade, precisão e muitas outras dimensões de desempenho implantadas num contexto industrial após o outro: nos ramos têxtil, de máquinas de costura, máquinas agrícolas, cadeados e fechaduras, relógios, armas de fogo, calçados, locomotivas, bicicletas, cigarros, automóveis, e assim por diante (Hounshell, 1984; Thompson, 1989). Esse desenvolvimento especificamente norte-americano representou um tipo de aprendizado coletivo, desembocando nas

<sup>19</sup> “As matérias-primas da Revolução Industrial eram o carvão, o minério de ferro, o algodão e a lã; a base alimentar, o trigo. Tudo isso os países do centro produziam para si mesmos em abundância, com Estados Unidos e Europa complementando-se mutuamente. Sua principal deficiência estava na lã, por meio da qual a Argentina e Austrália receberam seus estímulos. À parte desses produtos, as principais importações do centro em 1850 foram os óleos vegetais, couros e peles, um pouco de madeira, chá, café e outros artigos em pequenas quantidades. Não chega a ser um exagero dizer que a Revolução Industrial, em seu núcleo, não dependeu da periferia” (LEWIS, 1978, p. 30 *apud* ROSENBERG, 2006, p.373). Segundo o autor, Lewis reconheceu naturalmente que a “mudança tecnológica ulterior e o desenvolvimento de novos ramos industriais mudou essa situação no final do século XIX”.

<sup>20</sup> “a indústria de máquinas-ferramentas, então, originou-se de uma resposta às exigências de maquinarias de uma sucessão de indústrias particulares; enquanto estavam ligadas às suas indústrias de origem, estes estabelecimentos empreenderam a produção de máquinas para outras diversas indústrias; e finalmente, com o contínuo crescimento da demanda para uma ordem crescente de máquinas especializadas, a produção de máquinas-ferramentas emergiu como uma indústria separada que consiste em um grande número de firmas, a maioria limitando sua operação a uma quantidade estreita de produtos – frequentemente para um único tipo de máquina-ferramenta, com modificações secundárias quanto a tamanho, acessórios auxiliares, ou componentes” (ROSENBERG, 1963, p.420-421 *apud* MARSON, 2007, p.09).

tecnologias do século XX que constituíram a base da liderança mundial dos EUA. (NELSON, 2006, p.379-380).

Outros desenvolvimentos tecnológicos e da engenharia cruciais tipicamente norte-americano consistiram, juntamente com a pesquisa geológica para descoberta de recursos minerais e sua exploração, nos avanços na metalurgia e nos processos de produção contínuos:

baseadas, estimuladas e focalizadas por alguns dos principais desenvolvimentos da engenharia avançada da época, tal como sucedeu com a própria produção em massa” [...] “Novos processos de fundição e refino eletrolíticos tiveram um impacto dramático sobre o potencial das indústrias do cobre, níquel, zinco e alumínio. A frequentemente notada complementariedade entre o capital e os recursos naturais daquela época não era meramente uma relação tecnológica exógena, mas uma medida do sucesso na implantação de uma tecnologia na qual os norte-americanos foram pioneiros (NELSON, 2006, p.381-382).

A produção de ferro e de aço dos Estados Unidos cresceu respectivamente de 3,8 e 1,2 milhões de toneladas em 1880 para 31 e 31,3 milhões de toneladas em 1913. A produção de ferro norte-americana neste ano foi três vezes maior que a da Grã-Bretanha, enquanto a produção de aço foi quatro vezes maior. Já a produção de ferro e aço da Alemanha correspondia a aproximadamente três quintos da produção dos EUA:

(A) indústria do aço dos EUA não apenas liderou a produção em larga escala, mas junto com as indústrias da Alemanha e da Grã-Bretanha também esteve à frente no desenvolvimento de aços especiais e, com as firmas norte-americanas fabricantes de equipamentos, à frente no desenvolvimento de numerosas novas utilizações do aço. As vantagens do aço não se manifestaram somente em termos de custos comparativos, embora constituíssem um decisivo incentivo para reelaboração de projetos e processos. O aço também possibilitava o aparecimento de diversos novos produtos, instrumentos e processos, especialmente no campos do maquinário, da engenharia e das construções (FREEMAN; SOETE, 2006, p.113).

Segundo Rosenberg (1979, p.126), a introdução de uma nova liga de aço extrarrápido na indústria de MF constitui um importante exemplo de desequilíbrio tecnológico. A nova técnica de tratamento do aço (combinação de tungstênio, vanádio e cromo) desenvolvida por Frederick W. Taylor e seus colaboradores, deu origem a uma nova liga de aço que elevou enormemente a dureza das ferramentas cortantes. Estas novas ferramentas podiam cortar

metais cinco vezes mais rápido do que o aço carbono anteriormente usado nas MF. Entretanto, as MF de geração tecnológica anterior não conseguia operar com maiores velocidades de corte, pois não podiam suportar as tensões e forças necessárias, ou proporcionar a velocidade suficiente de outros componentes da MF<sup>21</sup>. As novas ligas de aço rapidamente gerou uma reestruturação completa dos componentes das MF, principalmente os elementos estruturais de transmissão e de controle (ROSENBERG, 1979, p.127)<sup>22</sup>.

A flexibilidade, a superioridade e novo potencial da energia elétrica sobrepujaram a inflexibilidade do velho sistema do motor à vapor. Representaram uma mudança de paradigma comparável às inovações da tecnologias da informação e comunicação:

The full expansionary benefits of electrical power on the economy depended, therefore, not only on a few key innovations in the 1880s, but on the development of a new ‘paradigm’, ‘style’, or production and design philosophy. This involved the redesigning of machine tools, handling equipment, and much other production equipment. It also involved the relocation of many plants and industries, based on the new freedom conferred by electric power transmission and local generating capacity. The change of paradigm was comparable to the present change of paradigm based on the Internet and information technology or to earlier mechanization of industry based on steam power (FREEMAN; LOUÇÃ, 2001, p.230-231).

Quanto ao rápido crescimento da Alemanha no século XIX, Freeman (1995, p.06-07) chama a atenção para o seu excelente sistema educacional e de treinamento, característica notadamente indicada por List no seu “Sistema Nacional de Economia Política”. Também ressalta a importância da engenharia reversa em MF e a atração de artesãos (*craftsmen*) ingleses para a constituição da indústria de MF e para o desenvolvimento da Alemanha.

“It was thanks to the advocacy of List and like-minded economists, as well as to the long-established Prussian system, that Germany developed one of the best technical education and training systems in the world. This system was not only, according to many historians, (e.g. Landes, 1970; Barnett, 1988; Hobsbawm, 1968) one of the main factors in Germany overtaking

<sup>21</sup> Nesta atividade de aperfeiçoamento do desenho e operação das máquinas-ferramenta, “y pese a haberse iniciado para adaptarse a las nuevas necesidades del acero extrarrápido, se hicieron invenciones que fueron mucho más allá de la mera necesidad de realizar tales adaptaciones. La necesidad de adaptar velocidades y alimentadores a la maior capacidad de corte de la herramienta fue un mayor estímulo para el desarrollo de los mecanismos de cambio de velocidad” (ROSENBERG, 1979, p.127).

<sup>22</sup> Novas ligas de aço de amplas aplicações na indústria foram desenvolvidas até 1910, como o aço-manganês (alta resistência à abrasão), o aço-silício (alta resistência elétrica) e o aço inoxidável. O aço-silício, por exemplo, foi “chamado de “aço elétrico”, e se tornou um componente essencial dos transformadores e geradores elétricos devido a suas excelentes propriedades magnéticas e uma alta resistência elétrica - e, portanto, uma baixa perda de energia. A interdependência dos desenvolvimentos do aço e da eletrificação torna-se evidente a partir destes exemplos” (FREEMAN; SOETE, 2006, p.114).

Britain in the latter half of the nineteenth century, but to this day is the foundation for the superior skills and higher productivity of the German labour force (Prais, 1981) in many industries. [...]

Not only did List anticipate these essential features of current work on national systems of innovation, he also recognised the interdependence of the import of foreign technology and domestic technical development. Nations should not only acquire the achievements of other more advanced nations, they should increase them by their own efforts. Again, there was already a good model for this approach to technological learning in Prussia: the acquisition of machine tool technology. [...]

The Prussian government, which had set up Technical Training Institutes (Gewerbe-Institut), made sure that they received imported British machine tools for reverse engineering and for training German craftsmen, who then disseminated the technology in German industry (Paulinyi, 1982). British craftsmen were also attracted to Prussia, as much of the technology depended on tacit knowledge. (Three out of four of the leading machine tool entrepreneurs in Britain at that time had themselves spent years with Mawdsley in his workshop.) The transfer of technology promoted and coordinated by the Prussian state was highly successful: the German machine tool industry and machine-building proved capable of designing and manufacturing the machinery necessary to make steam locomotives in the 1840s and 1850s. This set Prussia (later Imperial Germany) well on the road to overtaking Britain (FREEMAN, 1995, p.06-07).

Na virada do século XX, os EUA tinham construído uma rede bem organizada de agentes de vendas e tinham uma forte posição exportadora nos mercados mundiais de MF. A Alemanha, que tinha sido o maior exportador até 1910, perdeu a posição (ARNOLD, 2001). Nos Estados Unidos, no início do século XX, as indústrias química (Du Pont, Dow e Kodak) e eletrotécnica (General Electric, AT&T e Westinghouse) estabeleceram seus departamentos de P&D<sup>23</sup>. Nelson sustenta a existência de um casamento entre as forças das antigas e das novas indústrias, com o advento das linhas de montagem da Ford entre 1908 e 1913. Apesar das barreiras no comércio internacional, a vantagem norte-americana no comércio mundial de automóveis ocorreu muito rapidamente. Na década de 1920 as exportações de automóveis americanos dominaram o comércio mundial, e consistiam no principal item da sua pauta de

---

<sup>23</sup> Segundo Nelson (2006, p.391), “tal como na indústria química, a performance (da eletrotécnica) não estava obviamente enraizada em algumas vantagens norte-americanas em ciência básica; as universidades dos EUA estavam significativamente atrás das alemãs e de outros países do continente europeu no ensino e pesquisa da física (e da química). Mas a indústria norte-americana teve acesso desde cedo ao pessoal treinado em engenharia elétrica” (...) Thomas Hughes assinalou que, nas novas indústrias eletrotécnicas, as empresas norte-americanas se destacaram na concepção, nos projetos, no desenvolvimento e na implantação de sistema em grande escala”.

exportação de industrializados (p.393). “New machine tools were a very important part of Fordist revolution” (KLEIN, 1977, p.97 *apud* FREEMAN; LOUÇÃ, 2001, p.276).

O sucesso da economia inglesa<sup>24</sup> estava sob contestabilidade justamente devido à sua incapacidade de realizar a mudança técnica. Essa incapacidade deve-se à resistência ou relutância das empresas para se “adaptarem” às novas tecnologias e mercados com o desenvolvimento da Europa industrializada em geral e com a rápida mudança na estrutura do comércio mundial.

A liderança industrial inicial da Grã-Bretanha não se transferiu imediatamente para a classe de novos produtos que foram desempenhando um papel cada vez mais importante ao longo do século XX. (...) Foi somente nas décadas seguintes à Primeira Guerra Mundial que a economia britânica encarou com seriedade as mudanças estruturais que se haviam desenvolvido originalmente no estrangeiro – especialmente as alemãs, norte-americanas e francesas. (LEWIS, 1978, p.13 *apud* ROSENBERG, 2006, p.373).

Para a CEPAL (RODRIGUEZ, 2002; FURTADO, 200), tanto as guerras quanto as crises entre tais interregnos são reflexos de profundas mudanças estruturais e de poder na economia mundial. Nos anos de 1920 os EUA passaram a ser o novo centro cíclico e hegemônico da economia mundial. Este era antes liderado pela Inglaterra que, por adotar políticas de livre comércio, possuía uma economia essencialmente complementar às periféricas e transmitia as oscilações cíclicas através dos movimentos do balanço de pagamentos. Assim, na fase de depressão, as importações do centro sofriam uma concentração maior e mais acelerada do que suas exportações, que deflagravam déficits comerciais e perda de reservas na periferia. De forma oposta, na fase de aceleração cíclica, o centro transmitia rapidamente a expansão mediante o aumento forte de suas importações, compensando em pouco tempo o déficit comercial na periferia. A adoção de políticas protecionistas pelos EUA, que visavam a resguardar seus setores de menor produtividade de trabalho relativa, por outro lado, tenderia a reduzir o seu coeficiente de importações, que já era notavelmente menor que o

---

<sup>24</sup> Como assinalou Kindleberger (1975, p.491 *apud* ROSENBERG, 2006, p.382) sobre o desempenho britânico nas exportações no período entre 1875 e 1913: “A Grã-Bretanha teve nesse período uma taxa de crescimento das exportações alta demais, e não pequena demais, visto que as exportações de produtos comuns para os países do Império possibilitaram à economia contornar as exigências de mudança dinâmica, para além dos tecidos de algodão, trilhos de ferro e aço, chapas de ferro galvanizado e similares, em direção à produção para exportação ou para o mercado doméstico dos produtos dos novos ramos industriais”.

O apogeu do investimento externo direto britânico entre 1870 a 1913, além de concentrado em países como os EUA, Canadá, Argentina, Austrália, Nova Zelândia e África do Sul, fazia parte dos ramos que complementavam sua indústria, usada para expandir o fluxo de produtos primários em direção aos mercados de rápido crescimento. “A tecnologia e o investimento britânicos materializaram-se principalmente em instalações de infraestrutura – ferrovias, docas e estaleiros, e outras utilidades públicas, bem como em empresas dedicadas à extração de matérias-primas para exportação”. (ROSENBERG, 2006, p.386).



britânico. Esse desenvolvimento autocentrado dos EUA fez com que manifestasse uma tendência do mesmo em conservar superávits comerciais, principalmente durante a Grande Depressão, absorvendo as reservas mundiais de ouro. Como consequência, a mudança na estrutura e composição do comércio mundial, ao condicionar a perpetuação de déficits na periferia, tendeu a criar condições e incentivos, como os observados na crise da década de 1930, para que o mercado interno e o processo de industrialização passassem a ser o centro dinâmico da economia.

A principal causa para o crescimento e a mudança na estrutura do comércio mundial foi intensificação do processo de industrialização, tal como nos principais países Europeus e Estados Unidos, posteriormente no Japão e, num terceiro momento, em países onde as condições se mostrassem favoráveis, como, por exemplo, Argentina, Brasil, Coreia do Sul, Chile, Índia, México e China.

Esta mudança constitui “um traço central para o entendimento do impacto da transferência de tecnologia nos dias atuais, e sem dúvida, nos anos futuros” (ROSENBERG, 2006, p.391). As transferências de tecnologia industrial a países em desenvolvimento e os processos de substituição de importações levam à diminuição da importância de produtos industrializados na pauta de importações<sup>25</sup>, mas as importações aumentam em termos absolutos e de grau de complexidade tecnológica.

Rosenberg (2006, p.391-392) cita os dados do trabalho de Maizels sobre as relações entre o crescimento industrial e as mudanças das classes de mercadorias do comércio mundial de produtos industrializados de 1899 a 1959 para mostrar o declínio de produtos têxteis, que de 40% do comércio mundial no início do século respondem com somente 11% em 1959. Por outro lado, os bens de capital, produtos químicos e uma variedade maior e mais complexa de bens de consumo tiveram aumento da participação no comércio mundial. Apenas a maquinaria e os equipamentos de transporte, que constituíam menos de 12% do comércio em 1899, passaram a responder por mais de 25% do total em 1937 e por aproximadamente 41% em 1959. Adicionando os veículos rodoviários de passageiros e outros equipamentos de transporte, constituído possivelmente de aviões, (um bem de capital), a fração de participação desses produtos chega a cerca de 60% do comércio mundial. Somente a maquinaria, que era

---

<sup>25</sup> “Mas isso está longe de constituir a história toda. Essa transformação esteve associada a um substancial aumento da renda *per capita* (bem como da população), em consequência do qual o total absoluto de bens industrializados importados se elevou substancialmente. A visão do comércio mundial como consistindo principalmente de países pobres que exportam alimentos e matérias-primas em troca de bens manufaturados industrializados dos países avançados é ao mesmo tempo incompleta e distorcida, quando é apresentada a história toda. O fato é que os países industrializados são os melhores compradores uns dos outros, e a crescente especialização da manufatura no século XX criou uma ampla base econômica para o comércio entre eles” (ROSENBERG, 2006, p.387-388).

responsável por 12% do comércio na virada do século, respondia por mais de 25% em 1959. Estas características e mudanças na composição do comércio internacional de produtos industrializados mostram que a maior parte da produção e comércio de bens de capital ocorre entre os principais países industrializados. O autor cita Maizels para acentuar que tem existido no âmbito internacional um alto grau de concentração na produção e comercialização de bens de capital:

A oferta de bens de capital no mercado mundial permaneceu consideravelmente mais concentrada nas mãos das ‘três grandes’ nações industriais – Estados Unidos, Grã-Bretanha e Alemanha – do que os demais produtos industrializados. Em 1913, por exemplo, cerca de quatro quintos de todas as exportações de bens de capital partiram das três grandes, e a proporção manteve-se tanto em 1929 como em 1937; já em 1950 ela havia caído pra três quartos, e houve ainda uma pequena queda, para 70%, em 1959. Em contraste com isso, a fração de outros produtos industrializados exportados pelas três grandes era de apenas dois terços em 1913 e caiu para a metade em 1959. Somente grandes países industrializados exportam uma lista completa de bens de capital em quantidades substanciais. As exportações dos países industrializados menores tendem a ser mais especializadas; por exemplo, máquinas operatrizes suíças de projeto avançado, ou equipamentos elétricos da Suécia. (MAIZELS, 1965, p.276 *apud* ROSENBERG, 2006, p.392).

A emergência de capacidades tecnológicas nativas é crucial para que o desenvolvimento industrial se processe mais rápido, e compreenda a produção de bens de capital de tecnologias relativamente mais complexas que de outros produtos industriais. Portanto, a intensificação do processo de industrialização e o sucesso relativo desse processo dependem de algumas capacidades tecnológicas nativas de copiar e adaptar a tecnologia importada.

Os países que tiveram experiências bem sucedidas normalmente aprenderam, em algum estágio inicial, que a importação de tecnologias estrangeiras requer um mínimo de habilidades tecnológicas – não somente para modificar e adaptar a tecnologia estrangeira às necessidades locais, uma vez importadas, mas para prover as bases para uma seleção inteligente em meio à vasta gama de potenciais fornecedores estrangeiros. A escolha inteligente entre várias tecnologias alternativas disponíveis no exterior pressupõe um considerável conhecimento técnico. Tal conhecimento, por sua vez, é difícil de conseguir na ausência de qualquer experiência ou capacidades locais. (ROSENBERG, 2006 p.398-399).

O processo de desenvolvimento e a dinâmica da industrialização dos países desenvolvidos demonstram que o desenvolvimento tecnológico foi cumulativo e fortemente influenciado pelas experiências e capacidades incorporadas nas organizações e nas pessoas com o fim de desenvolverem tecnologias de processos e produtos de complexidade crescente. As mudanças estruturais envolvidas nesses processos abarcaram o desenvolvimento de novas tecnologias incorporadas à capacidade de produção das empresas e economias. Uma dinâmica de aprendizagem tecnológica refere-se a qualquer processo pelo qual os recursos para a geração e gestão da mudança técnica são aumentados ou reforçados, e expressa um processo de acumulação de capacidades tecnológicas (BELL; PAVITT, 1993).

As sociedades que alcançaram alto grau de industrialização são aquelas que adquiriram (através de diversos tipos de aprendizados) habilidades para resolver certos tipos de problemas tecnológicos, forças que proporcionam motivações para mudança tecnológica. Uma delas foi chamada por Hirschman de mecanismos de indução (ROSENBERG, 1979, p.120). Compreender essa capacidade criativa é fundamental para entender o processo de desenvolvimento. Ademais os países desenvolvidos nunca resolvem mais que uma pequena quantidade desses problemas, o que em parte explica o grande comércio intraindustrial de bens de capital.

### 3.2.2 Crescimento no Pós-II Guerra e a Crise na Década de 1970

O período depois da Segunda Guerra até meados da década de 1970 foi denominado *Golden Age* para os países de industrialização avançada da área da OCDE. É caracterizado por um intenso crescimento econômico e pelo aprofundamento do *welfare state*, processo de convergência da renda *per capita*, um processo de *catching up* tecnológico das principais economias desenvolvidas devastadas pela guerra em relação aos EUA.

Nelson (2006, p.371) acredita que parte da liderança norte-americana no pós-guerra refletia seu longo predomínio nas indústrias de produção em massa, o qual por sua vez, “derivava de um acesso histórico excepcionalmente favorável a recursos naturais e ao maior mercado interno do mundo”, além de altos níveis salariais (p.374). A outra fonte da liderança dos Estados Unidos em indústrias de alta tecnologia era nova, como de semicondutores e computadores, e “refletia os maciços investimentos públicos e privados em P&D e no ensino científico e técnico depois da Segunda Grande Guerra Mundial”.

Neste período, as atividades dos complexos eletrometal-mecânico e químico foram as que lideraram a expansão da indústria nos principais países capitalistas. A atividade

eletromecânica foi responsável pela produção do conjunto dos bens duráveis de consumo e dos bens de capital. Outros setores, em particular o siderúrgico e o petroquímico, forneciam insumos básicos essenciais à difusão do padrão de consumo e da matriz energética dominante no pós-guerra. A eletromecânica, especialmente os segmentos voltados para a produção de bens de capital, desempenhava um papel-chave na sustentação do círculo virtuoso e cumulativo de crescimento *a la* lei de Verdoorn-Kaldor. O progresso técnico no setor de bens de capital era fundamental para a manutenção da rentabilidade dos investimentos através de economias de escala, uma vez que implicavam um aumento da mecanização/automação (aumento da densidade de capital por trabalhador) a qual tendia a intensificar a relação capital-produto. De outro lado, a expansão do emprego e o crescimento da taxa de salários nos setores de bens de consumo duráveis e de bens de capital eram fundamentais para a ampliação dos mercados, destarte via massificação do consumo dos mesmos bens duráveis (LAPLANE, 1992, p.03).

O processo de convergência da renda *per capita* dos países desenvolvidos europeus decorreu da generalização do padrão industrial e tecnológico dominante norte-americano nesses países. A expansão industrial foi o motor do crescimento econômico, mas tanto as empresas europeias quanto japonesas não foram receptoras passivas ou simplesmente imitadoras das tecnologias americanas (FREEMAN; LOUÇÃ, 2001, p.280). Por exemplo, a capacidade das empresas japonesas de alterar, modificar e adaptar tecnologia estrangeira, as “promoveram à categoria de manifestação artística, algo que eles chamam de engenharia de melhoramentos”. (ROSENBERG, 2006, p.401).

The widespread use of reverse engineering in the 1950s and 1960s had several major consequences for the Japanese system of innovation, affecting especially the characteristic R&D strategy of the major Japanese companies. Japanese management, engineers, and workers grew accustomed to thinking of the entire production process as a system and of thinking in an integrated way about product design and process design. This capability to redesign an entire production system has been identified as one of the major sources of Japanese competitive success in industries as diverse as ship-building, automobiles, and colour television. (FREEMAN; LOUÇÃ, 2001, p.280).

O dinamismo do sistema capitalista mundial consubstanciado na generalização do padrão industrial nos países desenvolvidos mostrava sinais de esgotamento já no final da década de 1960. A internacionalização do capital nesse padrão de crescimento expandiu e aprofundou as fronteiras da acumulação produtiva em escala global, inclusive para os países

subdesenvolvidos. Todavia, tal internacionalização não impediu, mas apenas adiou, a perda potencial do dinamismo do crescimento desse padrão<sup>26</sup>.

Longe de representar uma crise conjuntural do capitalismo avançado, o esgotamento das fronteiras de expansão industrial era de caráter estrutural, devido à “perda de dinamismo e à saturação relativa derivada da exaustão da onda de difusão tecnológica nos setores que lideravam a expansão em todas as economias capitalistas avançadas” (COUTINHO; BELLUZZO, 1983, p.21). A desarticulação do círculo virtuoso do capitalismo do pós-guerra esteve associada ao “enfraquecimento do potencial do progresso técnico na eletromecânica, à progressiva saturação de importantes mercados e às pressões de custos de matérias-primas e de salários” (LAPLANE, 1992, p.04)<sup>27</sup>.

Depois do ano de 1973, ocorre uma forte desaceleração do crescimento do produto industrial, tanto nos países desenvolvidos como nos em desenvolvimento. Isto ocorreu de forma dessincronizada, pois países em desenvolvimento asiáticos e latino-americanos, que tinham alcançado um estágio de industrialização avançada, se programaram para expandir os investimentos industriais, claramente postergando o momento do “ajuste”. Nos países desenvolvidos, no entanto, a queda das taxas de crescimento deflagrou uma grande capacidade ociosa na indústria, que juntamente à significativa elevação dos preços de insumos energéticos e matérias-primas, estimulou estratégias defensivas, através de investimentos voltados à racionalização dos processos produtivos (LAPLANE, 1992, p.05)<sup>28</sup>.

---

<sup>26</sup> Coutinho e Belluzzo (1983, p.19-20) enfatizam que a expansão da fronteira externa de acumulação das grandes empresas monopolistas americanas desempenhou um papel similar ao da inovação tecnológica concentrada. Tal dinamismo significou um desdobramento de sua estrutura industrial e de seus padrões de consumo, através de uma nova forma de articulação da economia mundial e em vários planos. Assim, enquanto abria espaço no mercado europeu e nas economias periféricas para suas empresas, “a economia americana assegurava uma dinamização generalizada de todo o conjunto das economias avançadas, abrindo brechas em seu mercado interno, notadamente para a penetração de produtos alemães e japoneses, cujos setores exportadores eram fundamentais para a manutenção de seus respectivos ritmos de crescimento... a sincronização desses dois movimentos possibilitava o fortalecimento tecnológico e financeiro das grandes empresas europeias e japonesas, que reagiram à penetração dos oligopólios norte-americanos, intensificando esforços de renovação tecnológica, exatamente em setores onde a indústria americana já havia gerado novos inventos e processos, mas não podia utilizá-los sem depreciar massas de capital fixo recém-instaladas”.

<sup>27</sup> Ignácio Rangel (1982), de forma até impressionante, previa em 1972 a crise da economia mundial a partir da teoria dos ciclos longos de Kondratieff. Entende que a fase expansiva de um ciclo longo esgota-se quando a massa de capital acumulado referente a determinadas tecnologias que viabilizam aquele ciclo tornam-se obsoletas; quando então é necessário acelerar seu sucateamento. Entretanto, o custo desse sucateamento é enorme e o capital acumulado e cristalizado numa dada estrutura industrial transforma-se em um empecilho à mudança tecnológica, ao mesmo tempo em que o mercado não mais se expande à taxa necessária para absorver a produção corrente.

<sup>28</sup> Os parques industriais dos países reconstruídos eram mais novos, desenvolvidos em bases tecnológicas superiores e financeiras mais avançadas. O “desafio norte-americano” incitou a centralização e a internacionalização de grandes capitais que passam a reptar a ofensiva americana, principalmente as empresas alemãs e japonesas, em todos os mercados periféricos, ampliando a todos os mercados a rivalidade entre as empresas das grandes potências industriais. Esse sucesso contribuiu para colocar em “xeque” a hegemonia das empresas norte-americanas na área industrial, em virtude do “envelhecimento” da estrutura industrial e do

Conforme Laplane e Ferreira (1985, p.02), na década de 1970 o desempenho da indústria de bens de capital dos países de industrialização avançada foi profundamente afetado pela recessão prolongada e pelo processo de reestruturação industrial em tais nações. O processo de mudança e homogeneização da base técnica da indústria de bens de capital e em outras indústrias intensivas em tecnologia nos países avançados deve-se em parte às próprias oportunidades no desenvolvimento de novos produtos e ao sucesso da difusão das aplicações da microeletrônica na automação dos processos industriais<sup>29</sup>. Entre as décadas de 1950 a 1980 respectivamente emergia e consolidava-se a incorporação da microeletrônica nas MF.

O novo paradigma tecnológico microeletrônico abria oportunidades à emergência das novas tecnologias de informação e telecomunicação e à revitalização do complexo eletrometalmeccânico em seu conjunto (bens de consumo, bens de investimento e de demanda intermediária - semicondutores), além de um amplo leque de outros setores industriais. Entretanto, a maior integração da economia mundial não garantiu que o desenvolvimento e difusão tecnológica desse novo paradigma ocorressem de forma igual (no espaço e no tempo) entre as economias desenvolvidas, e principalmente, nas economias em desenvolvimento. As novas tecnologias foram produzidas nos departamentos de P&D das grandes empresas, juntamente com os laboratórios de pesquisa governamentais e universidades dos países de industrialização avançada. A apropriação privada destes novos conhecimentos incorporados aos produtos e processos impunha restrições à difusão dessas novas tecnologias.

A emergência e a consolidação do novo paradigma microeletrônico nos países do centro ocorreram nas velhas indústrias núcleo (automobilística, máquinas, equipamentos elétricos, MF) como “campo de prova” para muitas das inovações – em particular, as inovações genéricas – com ampla pervasividade, que ajudam a modernizar o restante das atividades produtivas. Os setores maduros “se voltam então inadvertidamente agentes da construção, difusão e instalação do novo paradigma” (PEREZ, 2004, p.134). Portanto, a porta

---

correlato enfraquecimento cumulativo da posição comercial e financeira da economia norte-americana, contribuindo assim para crise do padrão monetário de Bretton Woods em 1971, e para o primeiro choque do petróleo em 1973 (COUTINHO; BELLUZZO, 1983; LAPLANE, 1992; TAVARES; BELLUZZO, 2004).

<sup>29</sup> “A despeito da heterogeneidade de produtos e mercados, a indústria de bens de capital caracteriza-se pela utilização de técnica relativamente comum. As inovações de produtos e processos na indústria de bens de capital, [...] vêm contribuindo para mudança progressiva desta base técnica. Estas inovações se concentram no núcleo tecnológico do setor, qual seja, o segmento fabricante de bens de capital utilizados na produção de outros bens de capital, e a partir deste, se difundem para o conjunto da indústria. [...] As inovações de produtos, no segmento de máquinas-ferramentas se transformam em inovações de processo no resto do setor. Simultaneamente a esse processo, os produtos tradicionais da indústria de equipamentos vão incorporando, progressivamente, [...] dispositivos microeletrônicos nos mecanismos de controle. A interação dinâmica desse processo resulta na progressiva mudança da base técnica do setor” (LAPLANE; FERREIRA, 1985, p.07).

de entrada ou gestação do novo paradigma é função dos desequilíbrios tecnológicos, oportunidades inovativas e acumulação de capacidades tecnológicas e organizacionais para solução de problemas específicos do paradigma tecnológico microeletrônico.

Isso era realidade para os países desenvolvidos já nas décadas de 1960 e 1970. Depois da reconstrução europeia, a fase de irrupção do paradigma tecnológico microeletrônico conta com importante campo de prova, uma vez que o crescimento e a produtividade das indústrias núcleo do paradigma fordista e sua rentabilidade estão em queda.

Este longo período de coexistência de dois paradigmas constitui uma bifurcação na estrutura de produção, separando os setores novos e dinâmicos dos velhos e obsoletos. Nos países centrais, a revolução tecnológica – com todo seu grande brilho – só controla uma porção muito pequena da economia, enquanto a maior parte está quebrando por causa de sua maturidade e começa a causar desemprego e um comportamento incontrolável dos preços. Nos países recém-incorporados ao desenvolvimento, todavia há muitas possibilidades de usar o paradigma maduro e, em aqueles países que tentam dar o salto aos primeiros postos, não existem velhas inversões obstaculizando sua participação no novo. (PEREZ, 2004, p.127-128).

As condições macroeconômicas e as taxas de juros internacionais mostraram-se muito instáveis entre os anos finais da década de 1970 até meados dos anos 1980, o que levaria tanto as estruturas do financiamento do capital das empresas públicas quanto privadas a condições de financiamento *ponzi* nos mercados internacionais. Esta parece ser a razão para Perez explicar a crise dos países mais débeis na economia mundial:

A crescente estagnação dos setores atrasados e que agora são convertidos em economia tradicional, vinculada ao paradigma declinante, aumenta o risco de moratória dos devedores frágeis, em especial dos países débeis receptores de dinheiro ocioso durante as fases de maturidade e irrupção. [...] No que diz respeito aos devedores de países periféricos, estes destinaram à instalação do paradigma imperante muitos dos empréstimos obtido uma ou duas décadas antes. Em outras palavras, aproveitaram o escasso potencial restante da onda anterior. Com estes investimentos, adquiriram tecnologias maduras que serviam a mercados saturados, ou infraestrutura velha, provavelmente ainda necessária para cobrir mercados, ainda que já houvesse deixado de ser rentável. Os benefícios econômicos destas atividades resultaram insuficientes para amortizar a dívida e logo se viu que seus níveis de eficiência eram inadequados para operar em mercados governados cada vez mais pela produtividade maior da nova revolução tecnológica. (PEREZ, 2004, p.143).

A convergência do crescimento da renda *per capita* desaparece no início da década de 1980, como mostra o estudo de Verspagen (1994 *apud* ERBER; CASSIOLATO, 1997, p.33), especificamente porque diminui a influência da imitação tecnológica do padrão de produção anterior. A divergência nos padrões de crescimento nos países da OCDE observada desde então é associada a especializações industriais muito diferenciadas, padrões setoriais e inovativos desiguais, e ambientes mais ou menos propícios ao processo de reestruturação industrial diante do progresso técnico descontínuo e revolucionário do paradigma microeletrônico na criação de novas indústrias (semicondutores, computadores, aparelhos eletrônicos, etc.) e para revitalização da eletro-metalmecânica (DOSI; PAVITT, SOETE, 1993; LAPLANE, 1992; PATEL; PAVITT, 1998; FREEMAN; LOUÇÃ, 2001).

### 3.2.3 Mudança Técnica na Indústria de Máquinas-Ferramenta

O profundo ciclo expansivo do produto, do emprego, da produtividade e dos salários reais decorreu do próprio sucesso de *catching up* tecnológico das empresas europeias e japonesas e da forte internacionalização das empresas americanas nas décadas de 1950 e 60.

Com a Segunda Guerra Mundial, grande parte da capacidade produtiva da indústria de MF alemã foi desmantelada, enquanto a capacidade produtiva do Reino Unido ficou mais ou menos intacta. Inicialmente, as exportações norte-americanas suprimiram a necessidade dos fabricantes europeus no pós-guerra. Num segundo momento, as indústrias de MF alemã, italiana e suíça reengrenaram as capacidades de produção, o que permitiu à indústria crescer a um ritmo constante de cerca de 10% ao ano entre 1950-1970 (ARNOLD, 2001). Este fato mostra que o conhecimento acumulado é mais importante que a capacidade de produção. Antes do declínio das indústrias de MF norte-americana e da ascensão da indústria japonesa na década de 1980, o desenvolvimento e a difusão de MF controladas numericamente (CN) nos dois países ocorreu ao longo de trajetórias diferentes (LAZZOLENI, 1997).

Na década de 1950, os fabricantes dos EUA começaram a desenvolver e produzir máquinas NC principalmente para a força aérea. Mais tarde, as empresas japonesas tornaram-se líderes porque foram estimuladas pelo MITI, protegidas por tarifas comerciais e porque licenciaram tecnologias das empresas norte-americanas. A diferença da procura doméstica foi um dos determinantes do crescimento e especialização das companhias japonesas. O mercado doméstico protegido japonês era voltado para máquinas pequenas de múltiplos propósitos, flexíveis e voltadas à automatização de processo (automóveis e indústria de máquinas em



geral). Como resultado, verificou-se uma rápida aplicação de MF/CNC flexíveis de baixo custo.

O primeiro período de desenvolvimento da indústria de equipamentos NC começou quando a Força Aérea dos EUA celebrou um contrato com a empresa de John Parsons para o desenvolvimento de controles numéricos para automatizar MF para produção de aeronaves. Sob a liderança da Cia. Parsons e o Laboratório de Servomecanismos do Massachusetts Institute of Technology (MIT), os primeiros modelos experimentais de máquinas de usinagem com CN foram desenvolvidos e testados em 1951. A base para a MF experimental foi uma máquina convencional de três eixos comercializada pela empresa Cincinnati Milling Machine Company. Em setembro de 1952, as máquinas experimentais foram demonstradas publicamente. A tecnologia NC foi suficientemente desenvolvida dando origem à primeira encomenda de 100 NC em 1955 ao custo equivalente de US\$ 154 milhões, a preços de 1987. “This ‘core demand’ provided a significant boost to the industry by reducing the uncertainty associated with the potential demand” (FINEGOLD, 1994b, p.106). Na década de 1960 a tecnologia NC teve desenvolvimento contínuo, a produção e a procura cresceram, mas os preços de novos produtos de tecnologia avançada eram acentuadamente crescentes.

As empresas europeias e japonesas entraram na indústria neste período. Em 1970, as cinco maiores empresas norte-americanas que produziam tecnologia CN eram a General Electric, Bendix, Allen Bradley, Sperry UMAC e Actron. Estas empresas, assim como a FANUC e outras, licenciaram a tecnologia da Bendix – que tinha a maior parte das patentes por ter incorporado a Parsons em meados da década de 1960 -, ao custo de meio milhão a um milhão de dólares por licença. A estratégia tecnológica das empresas dos EUA, a qual acabou sendo seguida no setor, foi de difusão.

Após a Segunda Guerra, o Japão acelerou a adoção de políticas para promover sua indústria. Mesmo antes do conflito, a nascente indústria de MF japonesa foi bastante protegida quando o governo bloqueou investimentos externos diretos e encorajou os fabricantes japoneses a licenciar, desenvolver e difundir tecnologias estrangeiras (FINEGOLD, 1994b).

Uma das políticas para acelerar o desenvolvimento da indústria de MF foi a “Machinery Promotion Law” de 1956. Os *policymakers* japoneses atribuíram um papel chave ao segmento, e elaboraram um plano estratégico de desenvolvimento para condicionar seu futuro. A legislação estabelecia uma política industrial com metas de investimento, produção e exportação de MF, incentivos à padronização de partes e redução de custos nos processos produtivos. Posteriormente, na década de 1960, encorajou as empresas a se especializarem em

certos tipos de MF e consolidar operações com outros produtores e usuários, enquanto no final da mesma década as restrições externas à competição e ao capital estrangeiro foram sendo relaxadas, devido à pressão dos EUA e outros países da OCDE (FINEGOLD, 1994b).

A organização industrial japonesa contribuiu muito para o sucesso econômico do país no pós-guerra<sup>30</sup>. As empresas altamente integradas e orientadas para o exterior japonesas entraram no mercado global de automóveis, produtos eletrônicos, máquinas de precisão, máquinas para construção e no segmento aeroespacial, todos grandes usuários de MF.

Os choques monetários e no preço do petróleo no início da década de 1970 interrompeu mais de uma década de taxas de crescimento econômico a dois dígitos no Japão. Neste período, o “Ministry of International Trade and Industry (MITI)”

began again to push for consolidation and specialization in the machine-tool industry. Economic growth and expansion of the machine-tools industry’s output resumed at a brisk pace in the late 1970s, peaking in 1980. Much of the growth in the latter period was in the newly emerging market segments for computer numerical control (CNC) commodity machines – a market that Japanese effectively created (FINEGOLD, 1994b, p.02). [...]

The new policy push for the machine-tool industry during this period was movement toward more sophisticated machines using CNC technology and tie-ups with the country’s growing electronics industry. The Electrical Machinery Law (1971) attempted to hasten the incorporation of CNC technology into Japanese machines and to focus firms on specializing in specific market segments through production restraints.

During this same period, government officials also worked counterbalance low-cost foreign credit terms as part of program of import substitution. MITI worked with the Japan Long-Term Credit Bank and the Industrial Bank of Japan to get loans for domestically produced machines. (p.04).

A rápida vantagem dos fabricantes de MF japoneses no mercado de CNC foi devida em grande parte à emergência da “Fujitsu Automatic Numerical Control” (FANUC), uma divisão interna de eletrônicos da gigante Fujitsu, empresa que se tornou a líder global na produção de equipamentos CNC em grande escala e de baixo custo. Depois de 1973, os usuários de MF estavam procurando maneiras de aumentar não apenas a eficiência de suas

---

<sup>30</sup> Os conglomerados industriais de antes da guerra tais como, a Mitsubishi, Mitsui e Sumitomo, que combinavam financiamentos e operações bancárias, operações comerciais por intermédio de mercado, transações intragrupo e participação transversal nos patrimônios, conhecidos como *Zaibatsu*, foram os precursores do moderno *Keiretsu*. O *Keiretsu* vertical integra uma variedade de relações de negócios entre ofertantes e os principais produtores e usuários, enquanto o *Keiretsu* horizontal envolve a integração de empresas onde as ligações são menos estruturais, tal como entre produtores e *trading companies* (FINEGOLD, 1994b).

operações, mas também buscavam o *upgrade* tecnológico dos seus produtos e processos. A estratégia de adquirir MFCN na crise não tinha nada de defensiva, pois eram as que ofereciam novas possibilidades produtivas, com maior flexibilidade e a menores custos. Nos EUA e na Europa Ocidental houve um grande aumento na procura por máquinas MFCN de menor custo, o que contribuiu para liderança do setor de MF japonês.

O desenvolvimento da tecnologia de controle numérico (CN) até meados dos anos 1970 criou a base para a mudança drástica no padrão tecnológico na indústria de MF que ocorreu na década de 1980. A partir de pouco menos da metade da supracitada década, os avanços na tecnologia microeletrônica revolucionaram a técnica de CN. A utilização de microprocessadores nos mecanismos de controle incrementou a precisão e eficiência das máquinas automatizadas, viabilizando a transmissão das instruções necessárias diretamente do computador, e simplificando as tarefas de programação, dando origem ao CNC (LAPLANE; FERREIRA, 1985).

Na Alemanha, o processo de reestruturação do setor de MF para adequar-se à mecatrônica se fez sem políticas específicas para o setor, mas na Inglaterra, França, Itália e nos EUA, o Estado articulou medidas para o seu desenvolvimento (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999).

No início da década de 1980, o Brasil era o décimo fabricante mundial de MF, produção voltada para o mercado interno. As exportações representavam cerca de 17%, e eram destinadas principalmente para os países latino-americanos, especialmente México e Argentina. Apesar da proteção, durante a década de 1970 as importações apresentavam um comportamento pró-cíclico, chegando a representar 40% do consumo aparente nos anos de grande crescimento econômico.

Algumas empresas do setor de MF no Brasil conseguiram entrar no novo paradigma ainda na década de 1970, com uma defasagem temporal não muito grande. Entretanto, com a limitada capacitação tecnológica na microeletrônica na década de 1970, os novos produtos foram licenciados no exterior. A política de informática, impondo a reserva de mercado para empresas nacionais na década de 1980, obrigou as empresas de MF, nacionais e estrangeiras, a realizarem desenvolvimento e adaptações nos produtos licenciados. Ademais, a necessidade de desenvolvimento de *software* e das interfaces com as partes mecânicas das máquinas exigiu que o setor procurasse rapidamente se capacitar em tecnologias de base microeletrônica. Esse desenvolvimento ocorreu, mas devido à crise, à instabilidade do mercado na década de 1980 e a uma política tecnológica e industrial que visava apenas à

produção do controle numérico, mas não sua difusão abrangente, não houve estímulo para que esse processo ocorresse com maior dinamismo ((LAPLANE; FERREIRA, 1985).

Estima-se que em 1980 o estoque de MFCN/CNC instaladas no mundo era de 150.000, “a maioria das quais máquinas para corte de metal utilizadas nas indústrias mecânicas e de material de transporte” (LAPLANE; FERREIRA, 1985, p.115). No Brasil haviam sido instaladas até aquele ano 550 MFCN/CNC, das quais aproximadamente um terço foram produzidas no próprio país. Este estoque corresponde à aproximadamente 1% das 60.000 unidades instaladas nos EUA nessa época. No Japão eram mais de 25.000 em 1981, e na Europa (Alemanha Ocidental, Itália, França e Inglaterra) mais de 30.000 unidades em 1978. Em 1985, estima-se que no Brasil operavam 1.600 MF com CN/CNC, sendo mais da metade de produção nacional. A fabricação de MFCN/CNC na Coreia do Sul começou em 1980 e 1.400 unidades foram produzidas até 1985, em que se estima mais de 2.500 instaladas. Apenas em 1986 foram produzidas 1.108 unidades. Na Argentina, 500 MFCN/CNC tinham sido instaladas até 1985, enquanto o estoque da Índia situava-se em 550 em 1983 e em Taiwan era de 374 em 1981 (EDQUIST; JACOBSSON, 1985 *apud* CHUDNOVSKY, 1988, p.725).

Durante a década de 1980, a indústria dos EUA enfrentou um declínio significativo da produção e de sua participação no mercado mundial de MF, enquanto a indústria japonesa cresceu para se tornar a maior exportadora de MFCN/CNC (MAZZOLENI, 1997). As indústrias de MF alemã, taiwanesa, italiana e suíça mantiveram ou também ganharam participação no mercado externo. Posteriormente, como se verá mais à frente, as indústrias coreanas no início da década de 1990 e chinesas no final conquistaram importantes participações no mercado mundial.

Diversos autores têm destacado a perda de competitividade do setor norte-americano frente o Japão e os países europeus na década de 1980. Segundo Chudnovsky e Erber (1999, p.580) “esta situación dio lugar a un examen detenido sobre la rama en el influente libro *Made in America* (Dertouzos *et al*, 1989) e hizo que el Gobierno Federal no sólo impulsara acuerdos voluntarios de restricción de importaciones sino también pusiera en marcha un Plan de apoyo para la restructuración y modernización tecnológica del sector a mediados de los años ochenta”.

Partinson (1982 *apud* CASSIOLATO, 1992, p.35), em um estudo comparativo entre as indústrias de MF da Inglaterra e da Alemanha, descobriu que os usuários alemães pareciam ter um papel mais ativo no processo de desenvolvimento das MF, concluindo que o fraco desempenho dos fabricantes ingleses podia estar relacionado ao baixo nível de

sofisticação técnica dos seus clientes domésticos. Como também mostrou o estudo de Amsden (1977), a divisão do trabalho, juntamente com a especialização e as economias de escala dos produtores do setor de MF de Taiwan, foi condicionada não apenas pelo tamanho da demanda, mas também pelo tipo da mesma e pelo grau de exigência dos usuários. A autora defende a hipótese de que, no setor de MF em Taiwan, a divisão do trabalho e, conseqüentemente a especialização entre os produtores, era limitada pelo tamanho e pelo tipo de mercado.

De fato, em Taiwan, o governo não parece ter desempenhado um papel muito ativo do desenvolvimento inicial do setor de MF. Entretanto, desde 1974, Taiwan conta com o “Metal Industry Research Laboratory” (MIRL), que é parcialmente financiado pelo governo. Na década de 1980, o MIRL dispunha de 120 engenheiros mecânicos e 60 engenheiros eletrônicos, envolvidos entre outras atividades no desenho de tornos a CNC e centros de usinagem para pequenas empresas. Nos anos 1990, deu prioridade ao desenvolvimento de *software* de aplicação para MF, e seus programas de pesquisa se dirigiam para estimular a transição do setor em Taiwan para bens de maior qualidade (JACOBSSON, 1986 *apud* CHUDNOVSKY; ERBER, 1999, p.579).

No final dos anos 1970 e na década de 1980, fabricantes japoneses e europeus mais ágeis e responsáveis entraram nos EUA e ganharam significativo *market share* ofertando MF tecnicamente excelentes, em muitos casos de melhor qualidade, atendendo às necessidades dos clientes. Os problemas relatados por Finegold *et alii* (1994a) no setor norte-americano incluem: base industrial fragmentada, com poucas firmas grandes capazes de realizar investimentos sustentáveis em P&D; falta de colaboração entre as muitas pequenas firmas do setor; dificuldades na obtenção de capital; investimentos inadequados em novas habilidades da força de trabalho; e fraqueza na comercialização da pesquisa tecnológica – devido a frágeis laços entre universidade-empresa e ligações entre as empresas com seus usuários.

Os fabricantes norte americanos de MF têm sido altamente dependentes dos setores de defesa e automotivo. A demanda dos usuários com especificidades tecnológicas rigorosas induziu os fabricantes desenvolver MF para um pequeno mercado caracterizado de operações produtivas visando elevada precisão e alto nível de exigências (MAZZOLENI, 1997).

Wengel e Shapira (2004, p.275) sugerem que a perda de competitividade dos EUA no setor de MF deve-se a fraquezas no seu sistema setorial de inovação (SSI):

Several weaknesses in the United States SSI and in structural relationship with customers and users help account for the change in the US position in machine tool makers and were very dependent on the US defence and

automotive sector. The specialized and dedicated machines demanded in these sectors made US makers less flexible, however, in meeting the needs of others customers and in responding rapidly to their orders. Additionally, in recent decades US firms have been unable to capitalize fully on technological innovations developed within the sector, for reasons that include poor coordination of technical standards among companies, problems in applying defense-developed technologies to commercial environments, mergers and acquisitions, and inadequately sustained R&D investment. (FORRANT, 1997 *apud* WEGEL; SHAPIRA 2004, p.276).

Em uma pesquisa realizada em seis companhias na Alemanha, EUA e Japão, todas grandes *players* no mercado mundial - tanto fabricantes de MF seriadas (padronizadas) como MF customizadas à necessidade do cliente -, o autor concluiu que havia algumas tendências gerais, tais como:

time as a central factor of competitiveness; increasing standardization and modularization; the search for the trade-off between integration and specialization; and a decentralization of development processes". [...] The United States is characterized as being oriented to the process chain. Germany's change strategies refer more to the design and development area. And Japanese machine tool manufacturers aim at the building of (in-house) competencies. In addition, company specificities seem to play a role. Standard machine builders follow more integrated approaches, with simultaneous engineering and design to manufacture as a prime focus, involving representatives of manufacturing departments at an early stage, while customer-specific machine tool manufacturers keep to more sequential processes. Lippert strongly reinforces the view that there is no "one best way," but that there is a tendency toward convergence in innovation systems in the machine tool industry. Her results can therefore be taken as supporting the contention that there are sectorial innovation patterns, which complement national and regional innovation systems. (LIPPERT 1999 *apud* WEGEL; SHAPIRA, 2004, p.252).

Em decorrência da profunda reestruturação e do rejuvenescimento tecnológico do setor de MF, o padrão de concorrência setorial e as estratégias competitivas foi na direção de elevar o "teto" de gastos em P&D frente à mudança do regime tecnológico do setor (com aumento das oportunidades e a mudança do conhecimento tecnológico base) e à intensificação das relações produtor-usuário. Os laços entre produtores de MF com seus clientes também são muito próximos, exigindo projetos e desenhos específicos, principalmente no caso de máquinas especiais, em que onde, em alguns casos, pode requerer mais de um fabricante. O P&D, interação produtor-usuário e a busca incessante de economia de escala e eficiência através da utilização das próprias tecnologias microeletrônicas

racionalizadoras são algumas das características fundamentais da indústria de MF em nível internacional.

### 3.3 Estrutura da Produção Mundial e Comércio Internacional do Setor de Máquinas-Ferramenta

O setor de MF integra-se à indústria de bens de capital mecânicos. Bens de capital são produtos dotados de múltiplos atributos, especificidades técnicas e parâmetros de desempenho, que os tornam adequados a funções precisas e bem definidas. Por suas características, esses bens possuem um padrão de comércio hiperdiferenciado. Cada país que possui uma indústria de bens de capital e equipamentos é, ao mesmo tempo, exportador e importador de produtos, categorias de produtos e itens específicos dessas categorias. “O comércio internacional de bens de capital é fortemente influenciado por parâmetros técnicos de desempenho, conjugados a fatores econômicos, comerciais e financeiros” (FURTADO, 2003, p.273). Como uma consequência da especialização e a natureza cíclica dos mercados, o setor de MF se caracteriza por um alto grau de comércio intraindustrial.

As tendências recentes também têm mostrado que a viabilidade da produção de bens de capital nos países em desenvolvimento depende do contexto internacional, e mais especificamente, das implicações diretas do deslocamento constante da fronteira tecnológica. Em primeiro lugar, as novas tecnologias requerem trabalhadores qualificados, acesso a componentes e serviços de alto valor agregado, como as tecnologias híbridas e complementares como a microeletrônica (*hardware*) e *software*. Em segundo lugar, o mercado internacional de bens de capital é (e sempre foi) do tipo intraindustrial, e especializações produtivas se fazem necessárias em decorrência das economias de escala e diferenciação de produto. Estas tendências gerais são reveladas no estreitamento dos padrões de especialização, na prevalência da diferenciação do produto e no crescimento do comércio intraindustrial (BAAK, 1991; NASSIF; PEREIRA, 2010).

De fato, os países desenvolvidos industrializados são os maiores produtores, exportadores e importadores de MF. Em 1997, Japão, Alemanha, Estados Unidos e Itália apareciam como os maiores países produtores de MF, conforme a Tabela 1, que mostra a estrutura da produção e exportações de MF dos 15 principais países segundo informações da revista *American Machinist* (e sua sucessora *Metalworking*). Já a Tabela 2 traz informações sobre a estrutura das importações e do consumo aparente de MF dos 15 maiores países importadores. O principal país importador naquele ano foram os EUA, seguidos por Canadá,

Alemanha, China, Reino Unido, França e Itália. A participação das importações no consumo aparente desses países também é alta, com exceção do Japão.

**Tabela 1 - Produção e Exportação de Máquinas-Ferramentas – 1986-1997 – Países Selecionados**  
(milhões de US\$ de 1997 e porcentagem)

País <sup>1</sup>	Produção (P)			Exportação (X)			X/P (%)		
	1986	1990	1997	1986	1990	1997	1986	1990	1997
Japão	9.964	13.353	9.746	4.441	4.856	6.690	44,6	36,4	68,7
Alemanha	8.970	11.980	6.567	5.761	7.066	4.269	64,2	59,0	65,0
Estados Unidos	3.985	4.236	4.558	856	1.296	1.206	21,5	30,6	26,2
Itália	2.353	4.521	3.570	1.408	2.123	2.126	59,8	47,0	59,6
Suíça	2.065	3.575	1.838	1.826	3.119	1.655	88,4	87,3	90,0
Taiwan	532	1.115	1.758	378	781	1.311	71,1	67,8	74,6
China	528	1.002	1.700	12	305	330	2,2	30,5	19,4
Reino Unido	1.328	2.049	1.382	573	1.066	794	43,1	52,0	57,5
França	953	1.600	957	447	635	453	46,9	39,7	47,7
Coreia do Sul	483	958	881	39	106	305	8,1	11,1	34,6
Espanha	574	1.238	816	258	551	507	44,9	44,5	62,1
<b>Brasil</b>	<b>537</b>	<b>526</b>	<b>545</b>	<b>57</b>	<b>46</b>	<b>147</b>	<b>10,5</b>	<b>8,8</b>	<b>27,0</b>
Canadá	303	443	471	209	234	595	68,7	52,7	126,2
Checoslováquia	554	234	262	450	229	207	81,2	97,8	79
Índia	392	296	246	48	35	7	12,2	11,9	2,9

Fonte: *American Machinist* (1986 e 1990) e *Metalworking* (1997) apud Chudnovsky; Erber (1999, p.629).

<sup>1</sup> Ordenado pelos principais produtores em 1997.

Nota-se na Tabela 1 que os EUA recuperaram em 1997 a terceira posição em valor de produção, a qual tinha sido perdida para a Itália entre 1986 e 1990. Estes países também registram o maior valor das exportações, com exceção dos EUA, que ficaram na sexta posição, logo atrás da Suíça e Taiwan. Os maiores coeficientes de exportação se registram no Japão, Taiwan, e nos países europeus, como Alemanha, Itália e Suíça. O coeficiente de exportação para o conjunto dos países produtores aumenta de 36% em 1970 para cerca de 47% em 1990, chegando a 60% em 1997. Da mesma forma, a participação das importações no consumo aparente dos próprios países produtores aumentou de cerca de 31% em 1970, para 43% em 1990 e 56% em 1997 (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999, p.580). As evidências, portanto, corroboram a afirmação do alto e crescente comércio intraindustrial no setor de MF.

A produção de MF entre os principais países produtores na segunda metade da década de 1980 deu lugar a uma queda de produção entre 1990 a 1997, possivelmente devido à recessão nos países desenvolvidos no início dessa década e pela crise asiática no fim. Nota-



se, por outro lado, o crescimento da produção de MF de Taiwan e China, e em menor medida a da Coreia do Sul entre esses anos. Os coreanos produzem MF sofisticadas, enquanto os dois primeiros fabricam MF denominadas como do tipo *commodities*, ainda que Taiwan tenha avançado na produção de tecnologia mais complexa. Por outro lado, os países europeus, e especialmente os EUA, se especializaram em MF de alta precisão, enquanto o Japão produz modelos de baixo custo, confiáveis e de múltiplos propósitos. Segundo Avelar (2008) “os três países líderes passaram a redefinir suas alianças estratégicas internacionais como uma estratégia de ampliar a participação no mercado, vislumbrando um potencial mercado para investimentos produtivos no Brasil, Índia, México e China”.

**Tabela 2 - Importações e Consumo de Máquinas-Ferramenta – 1986-1997 – Países Selecionados**  
(milhões de US\$ de 1997 e porcentagem)

País <sup>1</sup>	Importação (M)			Consumo Aparente (C)			M/C (%)		
	1986	1990	1997	1986	1990	1997	1986	1990	1997
Estados Unidos	3.265	2.812	3.842	6.395	5.752	7.234	51,1	48,9	53,1
Canadá	516	795	1.829	610	811	1.706	84,5	98,0	107,2
Alemanha	1.730	2.954	1.771	4.939	7.868	4.069	35,0	37,5	43,5
China	178	664	1.540	695	1.361	2.910	25,7	48,8	52,9
Reino Unido	811	1.138	1.116	1.566	2.121	1.704	51,8	53,6	65,5
França	896	1.986	1.115	1.402	2.951	1.616	63,9	67,3	69,0
Itália	503	1.286	1.112	1.449	3.684	2.555	34,7	34,9	43,5
Coreia do Sul	519	1.038	1.080	963	1.890	1.656	53,9	54,9	65,0
Taiwan	123	349	832	277	729	1.279	44,5	49,2	65,0
Japão	413	796	694	5.936	9.293	3.750	7,0	8,6	18,5
<b>Brasil</b>	<b>70</b>	<b>107</b>	<b>539</b>	<b>550</b>	<b>587</b>	<b>937</b>	<b>12,7</b>	<b>18,2</b>	<b>57,5</b>
Holanda	473	462	370	392	389	282	120,7	118,9	57,5
Índia	241	139	336	584	401	574	41,2	34,8	58,4
Romênia	103	96	310	471	528	327	21,8	18,1	94,9
Espanha	154	640	304	470	1.326	613	32,7	48,2	49,6

Fonte: American Machinist (1986 e 1990) e Metalworking (1997) *apud* Chudnovsky; Erber (1999, p.630).

<sup>1</sup> Ordenado pelos principais importadores em 1997.

Ferraz, Kupfer e Haguenaer (1996, p.308-309) atribuem que, como as MF são utilizadas por uma miríade de indústrias,

(o) mercado apresenta assim grande heterogeneidade, estimulando a especialização das empresas em linhas de produtos específicos, e pode ser segmentado nas seguintes áreas: *máquinas convencionais*, com cerca de 15% das vendas totais, dominado por empresas de países asiáticos e do leste europeu, onde o principal atributo do produto é o preço; *máquinas a*

*comando numérico e centros de usinagem*, que representam 35% das vendas, onde há prevalência de empresas japonesas cujos principais atributos são preço e sofisticação tecnológica; e *máquinas especiais*, que representam cerca de metade das vendas totais, com forte presença de empresas alemãs, que competem pela sofisticação e atendimento às especificações dos clientes. (grifo dos autores).

Em 1997, registra-se que o Brasil produzia em valor o mesmo que em 1986 e 1990, ocupando a décima segunda posição na produção global. O coeficiente de exportação aumentou entre 1990 a 1997 de 8,8% para 27%, o que sugere que o setor reagiu de forma positiva à abertura comercial, embora se registre que este coeficiente era de cerca de metade do que o registrado pela média do conjunto dos países produtores. O valor das importações de MF também cresceu entre 1990 a 1997, passando de cerca de 18% em 1990 para 57% do consumo aparente em 1997.

Dados da revista *Metalworking*, a partir de um estudo mais recente do *Export-Import Bank of India* (2008) mostram que houve mudanças na composição e estrutura da produção, exportação e consumo global do setor de MF entre 1997 a 2007.

A produção mundial tinha alcançado um máximo em 1990 de US\$ 55 bilhões, e posteriormente caído para cerca de US\$ 37 bilhões em 1997. Em 2007, a produção global de 29 países produtores foi de cerca de US\$ 70 bilhões. O Japão continua com o primeiro lugar, com 20% da produção mundial, seguido pela Alemanha, em segundo, com 18%; a China, em terceiro, tem 14%; a Itália está em quarto lugar, com 10%; a Coreia do Sul em quinto, com 6,5%; e Taiwan, em sexto, era responsável por 6% da produção mundial em 2007. Os EUA, a Suíça e a Espanha produziram, respectivamente, 5,1%, 4,7% e 2% da produção mundial, na sétima, oitava e nona colocações. Entre 1997 a 2007 o Brasil pulou da décima segunda para a décima posição entre os maiores produtores. Em 2007, o País registrou a produção de MF no valor de US\$ 1,157 bilhões – pouco mais que o dobro do valor da produção de 1997, o que representou 1,6% da produção mundial.

Durante a década de 2000, as estruturas do consumo aparente e das exportações mundiais também apresentaram mudanças. Em 2007, registra-se que a China aparece como o maior importador, maior em consumo aparente e o oitavo país exportador. A Alemanha apresentou-se como o maior país exportador, superando o Japão, enquanto os EUA registraram o sétimo lugar, com cerca de um terço das exportações da Itália, terceiro maior país exportador de MF em 2007. Também verifica-se neste último ano que Taiwan, Suíça e Coreia do Sul ampliaram a produção, importações e exportações de MF. A China e os EUA

apresentam um forte déficit comercial no setor. A crise financeira internacional sugere cautela com o setor de MF, devido não apenas ao aumento da capacidade ociosa em nível mundial, mas também em decorrência do mercado de MF/CNC usadas/reformadas.

### 3.4 Considerações Finais

O setor de MF constitui uma proporção pequena da indústria de bens de capital mecânicos, mas caracteriza-se como um mundo à parte. Sua importância é mais tecnológica do que econômica, pois há uma grande diversidade de tipos e modelos de MF segundo a finalidade produtiva e exigência do usuário. As empresas de MF inserem-se dentro de um tecido industrial muito complexo e variado.

Em decorrência da profunda reestruturação e do rejuvenescimento tecnológico do setor de MF nos últimos 40 a 50 anos, o padrão de concorrência setorial e as estratégias competitivas foi na direção de elevar o “teto” de gastos em P&D frente à mudança do regime tecnológico do setor (com aumento das oportunidades e a mudança do conhecimento tecnológico base) e a intensificação das relações produtor-usuário. O rápido desenvolvimento do CN, e posteriormente do CNC, causou problemas consideráveis e grande descontinuidade para as empresas estabelecidas. Enquanto algumas conseguiram transformar seus negócios, muitas outras não obtiveram sucesso.

O setor caracteriza-se pelo fato da tecnologia de produto ser mais importante do que a de processo, embora o emprego da automação microeletrônica por suas próprias empresas, ao possibilitar maior produtividade, maior precisão das operações de usinagem, maior flexibilidade do processo produtivo, entre outros fatores, também constitui peça chave para a competitividade. **Já o processo de mudança técnica no setor de MF é caracterizado por ser incremental e sistêmico, marcado pelo desenvolvimento sequencial de aprendizados tácitos e tecnologias a partir do desenvolvimento de produtos (P&D), transferência e aquisição de tecnologia (licenciamento), desenvolvimento de habilidades em engenharia e adaptação de MFs para condições produtivas específicas dos clientes.** As principais modernizações desse setor se deram, especialmente, no uso da microeletrônica e da informática. O papel da P&D nesse setor é determinante para a sua posição e para o seu grau de competitividade no mercado internacional.

As relações entre produtores de MF com seus clientes também são muito próximas, exigindo projetos e desenhos específicos, principalmente no caso de máquinas especiais. Estas podem, em alguns casos, requerer mais de um fabricante e/ou interações com centros de

pesquisa/universidade. **O P&D, a interação produtor-usuário e a busca incessante de economia de escala e eficiência através da utilização das próprias tecnologias microeletrônicas racionalizadoras são algumas das características fundamentais da indústria de MF em nível internacional.**

As evidências empíricas corroboram a afirmação a respeito do alto e crescente comércio intraindustrial e especialização no setor de MF. Japão, Alemanha e Itália são os países com os maiores níveis de produção e exportação de MF. Estas duas potências europeias, ao lado Estados Unidos e China, aparecem como os principais países importadores de MF. França, Coreia do Sul e Taiwan despontaram nas últimas duas décadas como importantes países produtores, importadores e exportadores de MF. O Brasil continua ocupando posição intermediária em nível internacional, tanto em produção, importação e consumo quanto, e em menor medida, nas exportações de MF.

No capítulo seguinte, estudaremos o ambiente institucional e as políticas que visaram à intensificação da industrialização entre a década de 1930 e 1980. Nesse período, processam-se amplas mudanças institucionais, econômicas e tecnológicas, e dentro desse contexto ocorrem a gênese, o crescimento e o amadurecimento do setor de MF no Brasil.

No capítulo 6 também buscaremos retomar algumas dessas características do setor de MF estudadas aqui sob o ponto de vista técnico, para analisar a reestruturação do setor nas décadas de 1990 e 2000 e, no capítulo 7, a dinâmica inovativa do setor e o sistema setorial de inovação e produção de MF no Brasil.

#### **4 POLÍTICA ECONÔMICA, ARCABOUÇO REGULATÓRIO E TRAJETÓRIA DO SETOR DE MÁQUINAS-FERRAMENTA NO BRASIL NO PERÍODO DE INDUSTRIALIZAÇÃO POR SUBSTITUIÇÃO DE IMPORTAÇÕES**

A estratégia de industrialização por substituições de importações vigorou por aproximadamente 60 anos no Brasil. Do início da década de 1930 ao fim da década de 1980, essa estratégia consistiu em promover o desenvolvimento da economia brasileira através do crescimento e diversificação do seu parque industrial através de explícitas políticas econômicas e industriais. O Estado não apenas regulou intimamente a economia e o processo de industrialização, mas também foi seu principal protagonista, de forma direta, através da criação de empresas públicas e, principalmente, de forma indireta, na adoção de normas de câmbio, de importações e criação de marco regulatório em diversas áreas do campo econômico - das relações do trabalho à regulação da entrada das empresas estrangeiras, associadas ou não ao capital nacional e ao Estado, e a integração externa da economia brasileira.

O processo de desenvolvimento industrial por substituições de importações se consubstanciou através de profundas tensões estruturais, refletidas e reflexos dos desequilíbrios do balanço de pagamentos, da evolução da estrutura da oferta e da demanda da indústria e da procura global, e da “administração” de preços relativos fundamentais da economia brasileira - juros, câmbio e salários - para induzir, e em algumas épocas acelerar, o processo de industrialização.

O crescimento da indústria brasileira baseou-se na atração generalizada de empresas estrangeiras e na diversificação da produção industrial. Estas empresas estavam presentes nos mais diversos setores produtores de bens de capital, bens de consumo duráveis e insumos industriais. As políticas industriais e econômicas após 1956 tinham obtido um relativo sucesso em dotar o país de uma estrutura industrial bastante diversificada, semelhante a algumas economias industriais desenvolvidas e em desenvolvimento, mas tinha uma inserção externa muito pouco dinâmica. As multinacionais hibernaram do ponto de vista produtivo e inovativo na década de 1980. (DE NEGRI; SALERNO; CASTRO, 2005).

A taxa média de crescimento do valor adicionado da indústria de transformação do Brasil entre 1965 a 1980 foi acompanhada de importante mudança estrutural: em 1980 a estrutura industrial resultante não era expressivamente diferente da maior parte das economias da OECD. Não obstante, o esforço tecnológico empreendido ao longo do ISI concentrou-se na acumulação de capacidade produtiva, embora um importante, mas pequeno núcleo de

empresas realizasse consideráveis atividades de P&D. A maioria das empresas aprendeu e se capacitou apenas com a prática (*learning-by-doing*) e a utilização dos equipamentos no processo de fabricação (*learning-by-using*). Ademais, uma das características mais marcantes do período ISI no Brasil foi sua recorrência a tecnologias importadas e ao licenciamento externo, sem que um esforço adicional internos em P&D buscase complementar a adaptação dessas tecnologias a fim de permitir criação de capacidade inovativa (CASSIOLATO, 2001). O licenciamento sem o esforço adicional em P&D não permite a criação de capacidade de desenho ou projetos de produtos, principalmente no setor de bens de capital. (ERBER *et alii*, 1974; VERMULM, 1993). O resultado foi a “incapacidade de a estrutura produtiva brasileira criar capacidade autônoma de geração de tecnologias e inovação”. (CASSIOLATO; LASTRES, 2005, p.1225).

**A ênfase do modelo de industrialização privilegiou a acumulação de capacidade produtiva em prejuízo às questões sobre os problemas relacionados aos aprendizados tecnológicos ativos e intencionais em P&D e entre produtor-usuário.** É isso que parece sugerir a análise a partir dos pontos de vista dos padrões tecnológicos da economia estudados por Ferraz (1987), ou das externalidades tecnológicas do tipo fraco de relação produtor-usuário de alguns desses setores estudadas por Cassiolato (1992).

Segundo Cassiolato (1992), no período da ISI, embora as firmas do setor de bens de capital (assim como aço, papel e celulose e química/petroquímica) tivessem obtido grande êxito na adaptação e no melhoramento da tecnologia sob licenciamento externo, no entanto, elas não desenvolveram capacidade inovativa. Segundo o autor, a “baixa” ou inexistente capacidade inovativa deve-se à insuficiência do desenvolvimento de externalidades tecnológicas produzida pelo tipo fraco (ou inexistente) de relação produtor-usuário estabelecidas, e restritos investimentos em P&D. Em outra oportunidade, Cassiolato (2001) infere que as empresas industriais brasileiras, com poucas exceções, não constituíram capacidade tecnológica e inovativa que as permitisse desenvolver novos produtos e processos, já que o esforço tecnológico acumulado ao longo do procedimento de substituição de importações limitou-se àquele necessário à produção e da função manufatura.

**A interdependência entre as forças macro-microeconômicas expressas na co-evolução das mudanças institucionais, econômicas e tecnológicas em um ambiente protegido por regime de baixa concorrência, embora garantissem altas taxas de investimento e de crescimento econômico no período da ISI, ao configurar regimes de incentivos caracterizados por altas oportunidades produtivas contribuiu para que os esforços de aprendizagem tecnológicos das empresas fossem informais e passivos (não**

**intencionais**), e que, quando ativos e formais, ficaram restritos a poucos setores e empresas. Não há dúvida que as empresas realizaram esforços de aprendizagem no ISI conforme destaca Katz (2005), mas tais esforços foram direcionados para inovações de processo e em menor proporção às inovações de produto, e mesmo quando intencionais tais esforços ficaram restritos à poucos setores e dentro desses setores restrito a poucas empresas (FERRAZ, 1987).

Durante o período de instalação e expansão da industrialização por substituição de importações (ISI), o Brasil contou com uma política ambígua e contraditória com respeito ao setor de bens de capital: de um lado, vedava a importação de máquinas e equipamentos com similar nacional (lei do similar nacional) com elevadas barreiras não tarifárias (mesma lei) e tarifárias para importações desses bens; do outro, facilitava a importação de bens de capital sem similar nacional com benefícios fiscais, visando à modernização do parque industrial (ERBER; VERMULM, 1993; CHUDNOVSKY; ERBER, 1999; RESENDE; ANDERSON, 1999; NASSIF, 2007). Como resultado, a indústria nacional concentrou-se na produção de bens com menor conteúdo tecnológico, importando bens de maior sofisticação tecnológica.

A partir do arcabouço regulatório do período do ISI incentivou-se, por um lado, a entrada de empresas estrangeiras na indústria de máquinas-ferramenta (MF) (que vieram atraídas pela internacionalização dos seus clientes para o país), e, de outro, induzia a entrada no setor de pequenas e médias empresas com excessiva verticalização e baixa economia de escala produtiva associadas à fragmentação e diversificação da produção. A tributação em “cascata”, típica do sistema brasileiro, tendia a encarecer bens finais, como MF, e atuava com incentivos para verticalização. O resultado foi a pulverização dos investimentos que contribuíram para a expansão horizontal do setor de MF (e também do setor de bens de capital), reduzindo os ganhos de escala, ausência de especialização e dificultando a incorporação de novas tecnologias. (FERRAZ; KUPFER; HAGUENAUER, 1996; VERMULM, 1993; CHUDNOVSKY; ERBER, 1999; TAUILE, 1985).

O objetivo deste capítulo é buscar compreender as principais mudanças institucionais, condições e circunstâncias para a intensificação do processo de industrialização na década de 1930 até a de 1980. É dentro desse processo de amplas mudanças institucionais e econômicas que ocorrem a gênese e a consolidação do setor de máquinas-ferramenta (MF) brasileiro.

A crise e a proteção cambial e tarifária à indústria, a intensificação do processo de industrialização e a emergência da “consciência industrializante” na década de 1930 (FONSECA, 2003) foram importantes para induzir a criação de um importante núcleo da indústria de MF no Brasil (VERSIANI; BASTOS, 1982). A fim de estudar a configuração inicial do setor de MF e sua trajetória até a década de 1980, este capítulo divide-se em quatro

seções. Na seção 4.1, faz-se uma análise histórica sobre essas condições e incentivos para a intensificação do processo de industrialização, a gênese e as características do setor de MF até 1955. Na seção 4.2, busca-se compreender o arcabouço regulatório da economia brasileira no período de industrialização por substituição de importações, enquanto na seção 4.3 realiza-se uma análise sobre a trajetória do setor de MF entre 1955 até o final da década de 1980. Na seção 4.4 fazem-se as considerações finais.

#### 4.1 Política Econômica entre 1930 a 1956 e a Gênese do Setor de Máquinas-Ferramenta no Brasil

O processo de expansão e desenvolvimento da indústria brasileira de 1930 a 1980 pautou-se *vis-à-vis* aos movimentos e tensões estruturais do processo de industrialização por substituições de importações (PISI). Entre esses anos, a economia brasileira modernizou-se, incorporando padrões de produção e consumo próprios dos países desenvolvidos (FURTADO, 2000). O processo de industrialização e a “construção do capitalismo no Brasil” têm como características marcantes, sobretudo, a mudança institucional, a oferta de infraestrutura e a criação de empresas pelo Estado brasileiro. (FONSECA, 1999; 2003).

A aceleração do processo de industrialização decorreu das medidas econômicas para preservar o mercado interno decorrente do desequilíbrio do balanço de pagamentos, e como uma resposta a prolongada depressão internacional que se seguiu ao *crash* da Bolsa de Nova York, em 1929. A desvalorização cambial e a política de retenção e queima de parte da oferta de café foram objetivamente implementadas para defender a renda do setor exportador (FURTADO, 2000; TAVARES, 1972), enquanto as restrições a importações de bens de capital (VERSIANI; BASTOS, 1982) foram cruciais para intensificar o processo de internalização de atividades industriais e por o PISI em movimento.

Conforme o “modelo” de industrialização por substituição de importações, primeiramente processam-se substituições de bens de consumo não duráveis. Isso não quer dizer que o processo não avance para outros tipos bens de consumo duráveis mais leves, matérias-primas, insumos intermediários e bens de capital, mas apenas que se realça a coerência estilizada de determinada fase substitutiva. O mesmo processo ocorreu se a fase de substituição considerada for consumo duráveis ou bens de capital; acionam-se, com grau diverso de amplitude, múltiplos processos substitutivos de importações ao mesmo tempo de todos os tipos de bens. Os incentivos para o início da produção de máquinas-ferramenta, doravante MF, processa-se, por exemplo, pelas necessidades dos setores eletrometal-



mecânicos de reparação, manutenção e fabricação de produtos de pouca complexidade nos ramos de bens de consumo não durável, durável e bens de capital (inclusive no setor de MF), e também pelo estancamento da capacidade produtiva da economia brasileira na década de 1930.

Especialmente a partir da segunda metade da década de 1930, o desenvolvimento paulatino da consciência industrializante, juntamente à aceleração do processo de industrialização, foi decisivo para induzir a criação de um importante núcleo da indústria de MF no Brasil, constituída essencialmente, por capital nacional.

Nestes termos, assiste-se, em 1931, para mitigar as consequências da crise do balaço de pagamentos e pressão dos industriais, principalmente do setor têxtil (que não queria novos entrantes na indústria), a promulgação do decreto n. 19.739 – 07/03/1931, que proibia a importação de equipamentos para setores industriais com capacidade ociosa. Estabelecido para durar três anos, o decreto foi prorrogado até março de 1937 em “atendimento” a reivindicação empresarial (FONSECA, 2003, p.141). De acordo com Versiani e Bastos (1982, p.11), o texto acordava que um departamento governamental seria instituído para reconhecer os estado de ociosidade em uma determinada indústria. Prontamente, outros setores como alimentos, calçados e chapéus, os quais sofriam com a ociosidade, foram incluídos no mesmo tipo de proteção, com nova proibição de importação de maquinaria. Segundo estes autores, essa determinação foi instrumental para induzir um núcleo inicial da indústria de máquinas-ferramenta na década de 30 (p.10).

Fonseca (2003) destaca também que a assinatura por Vargas do tratado de comércio com os Estados Unidos, em 1935, revela seu apoio ao setor industrial, pois concedia redução da tarifa de importação de 20% a 60% de bens como máquinas, equipamentos, aparelhos e aços, tão necessários ao desenvolvimento da indústria<sup>31</sup>.

---

<sup>31</sup> “(N)ão deixa de demonstrar a intenção governamental de romper com o antigo papel de importador desses bens, ao incluir com ênfase – e esta era a novidade, em termos históricos - os bens de capital necessários à indústria... o comportamento do governo mostra seu interesse em modificar a pauta de importações, aprofundando o crescimento industrial e em coerência com o modelo substitutivo, ou seja, mudando-a qualitativamente através da perda da posição relativa dos bens de consumo frente à elevação dos bens de capital, intermediários e insumos industriais”. (FONSECA, 2003, P.141). Malan *et alii* (1977 *apud* BONELLI; FAÇANHA, 1978) destaca também outras instâncias e instituições dedicadas às questões relacionadas ao setor externo e ao planejamento industrial do país: o Conselho Federal de Comércio Exterior, criado em 1934, teve participação importante na discussão e na coordenação de ações de órgãos públicos voltadas para implantação de diversas indústrias (celulose, na década de 1930; siderurgia, álcalis e vidro plano nos anos 40; Coordenação da Mobilização Econômica, criada em 1942, no âmbito da qual seria criado no mesmo ano o Setor de Produção Industrial (SPI), "uma tentativa de organizar o planejamento industrial do País"; e o Conselho Nacional de Política Industrial e Comercial, criado em princípios de 1944, "com o objetivo de programar a política industrial e comercial para o período do pós-guerra". Ver Fonseca (1999; 2003) sobre a intencionalidade das políticas pró-industrialização no governo Vargas e a criação de instituições e instâncias de coordenação na economia brasileira.

As atividades iniciais dos primeiros fabricantes de MF no Brasil eram as oficinas de reparação de um lado, e os produtores da indústria metalúrgica de outro, principalmente produtores de máquinas e equipamentos agrícolas, como nos casos da Nardini, fundada em 1908, e da Romi, de 1930. As próprias grandes fábricas têxteis e de outros setores frequentemente possuíam seus próprios departamentos de manutenção e reparação, muitas das quais tiveram que fazer ou adaptar peças de reposição, devido a dificuldades de importação ou estoques insuficientes. Segundo Versiani e Bastos (1982, p.09), muitas dessas oficinas de reparos evoluíram para produtores de MF na década de 1930<sup>32</sup>.

Na década de 1930, a produção interna de bens de capital cresceu vigorosamente, enquanto que as importações subiram 267% entre 1931 a 1937-38 (Tavares, 1972). Todavia, o nível médio das importações dessas classes de produtos entre 1931/39 foi cerca de 20% inferior ao de 1930, e menor que a terça parte do registrado em 1928/29 (BONELLI; FAÇANHA, 1978). Também nota-se que, especialmente no período de 1936-1939, dois terços das fábricas produtoras de bens de capital foram instalados, considerando toda década de 1930 (FELTRIN, 2002). Neste período foram importantes os investimentos do capital privado nacional na metalmeccânica, em menor escala o de empresas estrangeiras (VERSIANI; SUZIGAN, 1990). De acordo com Bonelli e Façanha (1978, p.321), a taxa de crescimento real da produção interna de bens de capital entre 1919-39, adicionando a hipótese heroica que os preços relativos permaneceram constantes (em relação aos outros produtos manufaturados), foi de 12,4%<sup>33</sup>.

---

<sup>32</sup> “One of the firms included in our sample, for instance, was founded in 1931 as a maintenance and repair shop, later entered the machine import business, and finally started to produce its own models. In many instances, machine-tool making started to fulfill an eventual need of the producing firm itself, or of one of its clients. One of the firms in our sample, for instance, was established in 1937 by an Italian immigrant to produce movie projectors. As they needed a milling machine, larger than the models available in the market, they decided to produce one. They were soon requested by other firms to produce additional units, and were forced to open this line of production. After some years they specialized completely in milling machines. Almost exactly similar is the story of the largest lathe producer in Brazil, now a big concern, with extensive export business. The founder, also an Italian immigrant, started in 1938 as a plow maker, and only produced the first lathe because he needed one. The role of immigrants, as illustrated in the above examples, was no doubt predominant in the beginnings of the machine-tool industry. Being familiar with the utilization or the construction of those machines, Italian, German and Spanish immigrants, among others, were an important source of technical knowledge in the period. Even today, firms established by immigrants are numerically important: the majority of Brazilian firms in our sample, for instance, had been founded by first-generation immigrants”. (VERSIANI; BASTOS, 1982, p.09-10).

<sup>33</sup> A participação relativa dos gêneros da indústria metalmeccânica no valor da transformação industrial (VTI) da indústria de transformação foi 5,3% em 1939: indústria mecânica, 1,3%, material elétrico e de comunicação, 0,8%, e equipamentos de transporte, 3,3% (FISHLOW, 1977; IBGE, 1990 *apud* VERSIANI; SUZIGAN, 1990, p.31). Apensar de que em 1939 a produção e emprego da indústria de bens de capital concentrem-se ainda, segundo estimativas de Bonelli e Façanha (1978), em material de transportes, aproximadamente 60% do total (contra 95% em 1919) e 39,3% do emprego, a produção no gênero mecânica correspondia a 21,5% do total, concentrada nos subsetores produtores de máquinas-ferramenta, 6,5%, e maquinaria agrícola, 6,1%. O emprego nesses setores correspondia, respectivamente, a 13,4% e 13,8% do total da indústria de bens de capital. Em 1949 a produção nos segmentos de máquinas-ferramenta e maquinaria agrícola respondiam, respectivamente, por

Os efeitos das novas condições da década e proibição de importações de maquinaria em 1930 sobre a produção de equipamentos pode ser avaliada de acordo com a evolução da indústria de equipamentos têxteis:

The effects of the prohibition upon the domestic production of machinery can be evaluated by the evolution of the textile equipment industry, over the period. This incipient activity received a vigorous impulse from the demand shift toward internal production: the number of firms registered in the state of São Paulo as producers of textile equipment jumped from six, with 75 workers, in 1929, to fourteen, with 843 workers, in 1937. And from 1930 and 1936 the largest producer of looms increased its monthly output from 30 to 130.

Even in the absence of comparable information about domestic machine tool production, we may be certain that this activity enjoyed a similarly favorable period. The import prohibition brought about increased utilization of existing capacity and delayed replacement in all industries to which it applied, most notably the textile industry, which doubled its output from 1930 to 1937, with marginal increases in installed capacity. This naturally caused an increased demand for repair and maintenance services, with positive effects on the demand for machine tools. (VERSIANI; BASTOS, 1982, p.11-12).

Em 1939 já se registra que o subsetor de fabricação de MF correspondia a 6,5% da produção e 13,4% do emprego do gênero mecânico. A importância de produzir MF reside no fato de que esses bens não são apenas utilizados e depreciados (consumidos) na própria indústria de MF, mas são utilizados para produção de bens de capital para outras indústrias e diversas atividades eletrometal-mecânicas. Como a MF também é um processo, o segmento produtor de MF está localizado no centro da reprodução estrutural de uma economia, e difusor de progresso técnico por excelência. (TAUILE, 1985; ERBER; VERMULM, 1993; ROSENBERG, 2006).

Essas informações são importantes, porque de alguma forma complementa a análise de Furtado (2000) de Formação Econômica do Brasil, segunda a qual, além da produção de bens de capital sofrer pouco com a crise de 1930 (“se a medirmos pela de ferro, aço e

---

11,3% e 5,3% do total, enquanto no emprego chega a 17% e 9,2%. Enquanto neste ultimo ano a produção no gênero material de transportes ainda corresponde a 44,4% da produção total, concentrada na fabricação de caminhões e ônibus (28,8%), construção naval (6,2%) e material ferroviário e carris (4,2%), o gênero material elétrico produzia 24,4% do produto da indústria (contra 18,6% em 1939 e quase inexistência em 1919). A produção deste último gênero em 1949 concentrava-se em material para medição e controle de eletricidade, 8%, condutores elétricos 7,3%, alternadores, transformadores e motores 6,3% e material de comunicações, 5,1%. Segundo Bonelli e Façanha (1978, p.324), a estrutura da indústria de bens de capital em 1949 “era mais equilibrada *vis-à-vis* à de produção do que em 1939”. “[...] O que resulta em hiatos de produtividade menores: Mecânica a cerca de 70% da média da indústria de bens de capital e Material de Transporte quase 44% acima”.

cimento”), a economia brasileira também tinha “**encontrado estímulos dentro dela mesma**” para continuar crescendo, pois “**havia conseguido fabricar parte dos materiais necessários à manutenção e expansão de sua capacidade produtiva**”. (grifo nosso, FURTADO, 2000, p. 211).

O crescimento da procura de bens de capital, reflexo da expansão da produção para o mercado interno, e a forte elevação dos preços de importações desses bens, acarretada pela depreciação cambial, criaram condições propícias à instalação no país de uma indústria de bens de capital. Esse tipo de indústria encontra, por uma série de razões óbvias, sérias dificuldades para instalar-se em uma economia dependente. A procura de bens de capital coincide, nas economias desse tipo, com a expansão das exportações – fator principal do aumento da renda – e, portanto, com a euforia cambial. Por outro lado, as indústrias de bens de capital são aquelas com respeito às quais, por motivos de tamanho de mercado, os países subdesenvolvidos apresentam maiores desvantagens relativas. Somando-se essas desvantagens relativas às facilidades de importações que prevalecem nas etapas em que aumenta a procura de bens de capital, tem-se um quadro do reduzido estímulo que existe para instalar as referidas indústrias nos países de economia dependente. Ora, as condições que se criaram no Brasil nos anos trinta quebraram esse círculo. A procura de bens de capital cresceu exatamente numa etapa em que as possibilidades de importações eram as mais precárias possíveis. (FURTADO, 2000, p.210-211).

O caso da empresa Romi ilustra as dificuldades enfrentadas pelos setores nascentes do complexo metalmeccânico. Frente às dificuldades associadas ao baixo grau de desenvolvimento da estrutura industrial do país, o caso dessa empresa “exemplifica as inúmeras adaptações de processo ocorridas ao longo de seus primeiros anos de funcionamento, necessárias para conseguir reproduzir os modelos importados. Destaca a produção ‘em casa’ de máquinas como furadeiras, prensas e marteletes”. (CRUZ, 1985, p.49).

A Romi, localizada em Santa Barbara d’Oeste, nas proximidades de Campinas, se tornou líder da produção de máquinas e equipamentos agrícolas até o final da década de 1930, facilitada pela rede de distribuição na região, tradicional produtora dessas máquinas. Dado “as dificuldades associadas ao suprimento de matérias-primas, escassez de mão-de-obra qualificada, falta de fornecedores domésticos de vários tipos de serviços de fundição, forjaria, tratamento térmico e componentes em geral”, e as restrições de chapas de aço causadas pela II Grande Guerra, a Romi ingressou na fabricação de MF, “que também apresentava reduzida oferta no mercado doméstico”. (p.49).

A Segunda Grande Guerra aumentou o período de dificuldades de importações. Segundo Versiani e Bastos (1982, p.12) “there are indications, however, that lack of imported materials, especially steel, exercised an offsetting influence on the development of the domestic production of equipment”. Já as necessidades do pós-guerra, como sugere Tauile (1985, p.684), foram “supridas principalmente através de importação, enquanto que, de um modo geral, a produção nacional de máquinas-ferramenta era destinada à manutenção e reposição do estoque de capital”.

Em 1949, a produção e o emprego no segmento de MF respondiam, respectivamente, por 11,3% da produção e 17% do emprego total do gênero mecânica. Notadamente, é importante compreender os benefícios da divisão do trabalho com a fabricação de MF, em que,

(A)s grandes empresas, notadamente a Romi no setor de máquinas-ferramenta, representavam verdadeiros ‘polos de desenvolvimento’. Treinavam mão-de-obra, desenvolviam serviços de fundição, usinagem, forja e tratamento técnico para produzir produtos mais sofisticados e precisos. As restrições à importação de produtos finais e o crescimento do mercado doméstico que lhes garantia um mercado em expansão, tinham a contrapartida de inibir a obtenção de produtos intermediários e componentes que as firmas procuravam abastecer, na medida do possível, dentro de suas plantas. (CRUZ, 1985, p.52).

O rápido crescimento econômico nos primeiros anos da década de 1950 criou demanda e revigorou a produção de MF. A taxa de investimento em máquinas e equipamentos permaneceu elevada entre 1948-1956, com uma média de 35% de uma Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) de, aproximadamente, 20% do Produto Interno Bruto (PIB)<sup>34</sup>. A taxa de crescimento média do PIB foi de aproximadamente 6,7% ao ano entre 1948-1956, liderado pelo crescimento da indústria de transformação- em média de 9% ao ano -, elevando sua participação de 19,4% para 22% por cento do PIB (SERRA, 1983). “Em 1955, a produção total de máquinas-ferramenta brasileira foi de 4.500 unidades, e as importações corresponderam a apenas 34,7% (em unidades) da demanda interna e 53,9% em peso”. (VERSIANI; BASTOS, 1982, p.13).

O aumento da capacidade produtiva do segmento de MF até 1955 foi pautado no atendimento da demanda e diversificação industrial da economia brasileira nas duas décadas anteriores. Na década de 1930 produziu-se uma variedade de máquinas pequenas e de uso

---

<sup>34</sup> Sobre essa e outras informações consultar série histórica do boletim de conjuntura do IPEA/DIMAC e Estatísticas do Século XX do Brasil do IBGE.

universal, enquanto na década de 1940 começa a produção em escala industrial, incluindo modelos maiores.

Já as capacidades tecnológicas do segmento deveram-se à “produção de modelos desenvolvidos domesticamente, através da cópia e adaptações de tecnologia estrangeira às condições da indústria brasileira (engenharia reversa), com a predominância de firmas de propriedade nacional”. (VERSIANI; BASTOS, 1982, p.14). Informações da Romi S/A, importante empresa e líder no segmento na época, também revelam que foram importadas aproximadamente 60 MF usadas norte-americanas em 1946 e 50 MF inglesas em 1949, mais produtivas e de maior precisão, igualmente importantes para o melhoramento da precisão e qualidade de nova geração de MF desenvolvidas e fabricadas no início da década de 1950. Até este ano a empresa já tinha produzido 8.200 máquinas, incluindo 1.320 unidades exportadas.

A intensificação do processo de industrialização na década de 1930 até 1955 e as precárias possibilidades de importação induziu o aparecimento de gargalos produtivos e tecnológicos, intensificando a especialização da produção de bens de capital, como as MF, máquinas pequenas e bem simples é verdade, conforme discutido por Rosenberg (1979) para o caso norte-americano depois de 1830. No entanto, segundo Cruz (1985, p.52), **“devido à precariedade da estrutura industrial e restrições à importação, houve uma tendência à integração vertical dos estabelecimentos metal-mecânicos existentes”** (grifo nosso).

O problema de obtenção de peças levou muitos produtores a verticalizarem a produção. Para o setor de MF, o problema de obtenção de componentes mecânicos forçou as empresas a constituírem a etapa de fundição e produção própria de componentes, o que contrasta com a experiência das empresas de MF dos países desenvolvidos, que têm a característica de “montadoras”.

#### 4.2 Expansão do Setor de Máquinas-Ferramenta: do Plano de Metas ao II PND e Crise na Década de 1980

O objetivo dessa seção é fazer uma revisão sobre as principais mudanças institucionais e seus impactos econômicos quanto às medidas pró-industrialização entre 1956 até o final da década de 1980, tal como, por exemplo, o arcabouço regulatório e competitivo e a legislação de atração de investimentos estrangeiros. Estes assuntos serão tratados considerando o período de 1956 até o final da década de 1980 nas subseções 4.2.1, onde se analisa o Plano de Metas (1956-1961); a 4.2.2, que versa sobre as mudanças institucionais e a

política econômica do PAEG que permitiu o período do “milagre” (1964-1973); e na subseção 4.2.3, onde faz-se uma análise sobre o II PND a partir de 1974, seus problemas e a crise até o final década de 1980.

#### 4.2.1 Plano de Metas e a Política Econômica entre 1956-1961

A segunda metade da década de 1950, com a implementação do Plano de Metas do governo Kubitschek (1956-1960), marca uma nova fase da economia brasileira. A aceleração do crescimento industrial e do investimento público em infraestrutura e na indústria de base provocou mudanças estruturais profundas na economia. Setores como o de material de transporte, equipamento elétrico, metalurgia, máquinas e equipamentos tiveram crescimento rápido, todos grandes usuários de MF.

Com a implementação dos projetos do Plano de Metas (1957-61) a indústria brasileira de bens de capital, e especificamente o setor de MF nacional, foi estimulada *indiretamente* devido aos setores que foram priorizados, como as indústrias automobilística e material de transporte, mecânica naval e de material elétrico pesado (SILVEIRA, 2002)<sup>35</sup>. Também foram priorizados, segundo Versiani e Bastos (1977, p.17), a metalurgia de alumínio, metais não-ferrosos, cimento, papel e celulose e produtos da borracha.

A prioridade do plano assentava-se na “construção de estágios superiores da pirâmide industrial verticalmente integrada [...]” (LESSA, 1981, p.27). Esses objetivos requeriam um montante expressivo de capital para o financiamento desses novos investimentos planejados, o que foi possível graças ao tão conhecido tripé, constituído pelo grande capital internacional e pelos capitais público e privado nacional, instituído tacitamente para uma lógica convergente, mas desequilibrada de expansão industrial, e num novo padrão de crescimento da indústria capitaneado pelas empresas estrangeiras e pelo Estado. Este deu tratamento favorável aos recursos externos através de elevada proteção (média) cambial, não-tarifária (reserva de mercado) e outras benesses, como a instrução nº 113 da Superintendência da Moeda e do Crédito (SUMOC)<sup>36</sup>. A política aduaneira, cujas alíquotas vinham perdendo

---

<sup>35</sup> Os principais equipamentos adquiridos para siderurgia, geração e transmissão de energia elétrica foram importados, “constituindo demanda não-atendida pela indústria nacional. Todavia, como ocorreu no setor ferroviário, itens de menor complexidade foram adquiridos no país, com recursos do BNDES” (SILVEIRA, 2002).

<sup>36</sup> A Instrução 113 foi promulgada durante o governo de Café Filho, entre o suicídio de Vargas (agosto de 1954) e o mandato presidencial de Kubitschek. O ministro da Fazenda à época era Eugênio Gudin. Esta instrução regula a importação de máquinas e equipamentos sem cobertura cambial pelas subsidiárias das empresas estrangeiras estabelecidas no país. “As principais indústrias que se beneficiaram desta última medida foram: automobilística, química e bens de capital”. (BERGSMAN, 1970, p.77 *apud* VERSIANI; SUZIGAN, 1990,

eficácia em relação aos preços das importações em moeda nacional como instrumento de proteção e de política de industrialização, também foi reformada em 1957<sup>37</sup>. Esta consistiu num conjunto de tarifas *ad valorem*, mas “há evidências de que a carga de impostos pagos sobre a importação de bens de capital era bastante reduzida” (BERGSMAN, 1970, p.33-34 *apud* ALMEIDA, 1981, p.389). Da mesma forma, “a política cambial, por seu turno, não parece ter operado de modo a desestimular importações de bens de capital no período, tendo sido a taxa cambial média para essas importações sempre inferior àquela vigente para transações financeiras”. (ALMEIDA, 1981, p.389).

A partir do ano de 1955, o recurso a contratos de licenciamento para transferência de tecnologia também adquire importância crescente, tanto no caso de empresas nacionais como de subsidiárias estrangeiras. Segundo Erber *et alii* (1974), o recurso ao licenciamento representava uma economia de tempo e custos frente à alternativa de efetuar gastos próprios em P&D, como resposta a uma demanda instável para o atendimento das especificações das empresas usuárias, principalmente estatais. Não obstante os contratos de licenciamento levassem a uma maior capacitação tecnológica de produção, não permitiam a criação de capacidades tecnológicas do projeto da máquina ou equipamento, o “*basic design*”. Este tipo de capacidade é criado com P&D, a partir da interação/cooperação produtor-usuário e com o sistema de C&T (ciência e tecnologia). O principal problema identificado nas análises técnicas das instituições governamentais, como a FINEP e IPEA, como também na academia, era que, embora a *engineering* ou capacidade produtiva fosse indispensável à materialização do progresso técnico, este só é conseguido através de P&D. A dependência externa dessas etapas limitaria substancialmente os benefícios que o progresso técnico podia trazer para o desenvolvimento nacional, “pois a orientação do esforço de inovação estaria voltada para condições muito diferentes daqueles vigentes no País”. (ERBER; ARAÚJO JR., 1973, p.133).

**Conforme explicado, não são as importações de bens de capital e a celebração de contratos de licenciamento de tecnologia externa (que permitem a acumulação de capacidade produtiva) que não permitem a acumulação de capacidades inovativas, mas a capacidade de complementar essas formas de transferência de tecnologia com investimentos internos em P&D, aprendizados diversos e interações produtor-usuário,**

---

p.15). Tavares (1986, p.119) afirma que tal instrução normativa (113) em menor medida favorecia a importação de equipamentos pelos empresários nacionais – talvez do metalmeccânica “mais leve” e do de bens de consumo “menos diferenciados” que os estrangeiros. Conforme nota Almeida (1981, p.389), entre 1955 e 1960 as licenças concedidas a investimentos estrangeiros de tecnologia complexa, associados ou não ao capital nacional, no país ao abrigo da referida instrução atingiram o montante de 500 milhões de dólares. Para uma crítica a esse modelo de industrialização capitaneado pelas empresas estrangeiras ver Arend (2010) e Cassiolato e Lastres (2005).

<sup>37</sup> Nessa ocasião, a tarifa realizada (isto é, o total da arrecadação do imposto aduaneiro em relação ao valor total das importações) havia caído para cerca de 3% (MALAN *et alii*, 1977 *apud* VERSIANI; SUZIGAN, 1990).



**com fornecedores, etc. e com o sistema de C&T.** Isso porque as máquinas e equipamentos podem ser comercializados no mercado mundial, mas os elementos não incorporados da tecnologia não podem ser adquiridos ou transferidos como os produtos físicos, nem com seus *blueprints*. Da mesma forma, os bens devem ser adaptados às condições locais. **“Os elementos incorporados só poderão ser usados da melhor maneira possível se forem complementados por diversos elementos tácitos que terão de ser desenvolvidos localmente”.** (grifo nosso, NELSON, 1990 *apud* LALL, 2005, p.28-29).

Não obstante o forte aumento da capacidade produtiva e diversificação da indústria, o “Plano de Metas” não aborda explicitamente como conhecimentos técnicos não incorporados e como novas fontes e formas de *know-how* (e, pode-se acrescentar, o *know-what* e *know-why*) seriam absorvidas. A inclusão de medidas no Plano de Metas para facilitar o influxo de capital estrangeiro e a importação de bens de capital ao mesmo tempo em que se incentivava a substituição de importações de bens de capital pode ser tomada, em sentido implícito, de que eram propriamente as soluções previstas para a absorção da tecnologia<sup>38</sup>. (GUIMARÃES; FORD, 1975, p.385).

De acordo com sentido dado ao processo de industrialização por essas políticas, ao capital estrangeiro coube predomínio nas indústrias denominadas dinâmicas, tais como, em material de transporte, material e equipamentos elétricos e mecânicos, nos quais atendem a uma demanda pré-existente e contida por importações. Ao lado dos subsídios, o Estado exigiu elevados índices de nacionalização da produção de insumos, peças e componentes das atividades produtivas internalizadas. Conjuntamente, prosseguiu nos investimentos em ramos de mais longa maturação e de mais lenta rotatividade do capital, que criaram importantes “economias externas” às empresas privadas, notadamente em infraestrutura e produção de

---

<sup>38</sup> “De fato, até então os requisitos tecnológicos dos empreendimentos industriais existentes – em geral, restritos à tecnologia incorporada aos bens de capital utilizados e a conhecimentos técnicos relativamente simples e difundidos – eram supridos através de importação daqueles, das instruções fornecidas por seus fabricantes, do aprendizado das próprias instalações industriais, da consulta à literatura técnica e do treinamento e da formação teórica ministrado pelas escolas de engenharia do País. Tais fontes eram, no entanto, insuficientes do ponto de vista das necessidades derivadas da nova fase de industrialização” (GUIMARÃES; FORD, 1975, p.392). De qualquer forma, como ressaltam os autores, a política que serviu de pilar ao processo de substituição de importações desses bens não trazia implícito o desenvolvimento tecnológico da indústria brasileira: “na forma que foi conduzido, significava, sobretudo, a redefinição das modalidades predominantes de transferência de tecnologia para o País, reduzindo a importância do aporte externo de tecnologia incorporada, mas acarretando a intensificação do fluxo de conhecimentos técnicos não incorporados, através da presença de empresas estrangeiras no setor e dos contratos de assistência técnica firmados pelas empresas nacionais” [...] Estas “contavam, principalmente, com duas fontes externas de tecnologias não incorporadas: as empresas de consultoria e as empresas industriais que não dispunham nem pretendiam instalar subsidiárias no País. Para essas últimas, a venda de tecnologia se constituía, muitas vezes, na única alternativa de participação no mercado brasileiro face às restrições às importações, à presença de concorrentes estrangeiras no Brasil e à possibilidade de empresas nacionais se implantarem com *know-how* adquirido em outra fonte”. (p.395).

insumos industriais, como produção e distribuição de energia-elétrica, extração e refino de petróleo, construção de ferrovias e rodovias e produção de aço.

Uma inovação institucional no período consistiu na criação de diversos grupos executivos com objetivos voltados a facilitar e acelerar a implantação de novos segmentos industriais através da concessão de estímulos cambiais e tarifários. O primeiro foi o Geia (Grupo Executivo da Indústria Automobilística), criado em 1956, do qual se seguiram o Gein (Grupo Executivo da Indústria Naval), o Geimape (Grupo Executivo da Indústria Mecânica Pesada) e o Geimar (Grupo Executivo da Indústria de Tratores e Máquinas Rodoviárias). Conforme destaca Almeida (1981, p.389), “as empresas do segmento de mecânica pesada, diferentemente das que ingressaram em outros setores, pareciam não vir atraídas principalmente pelos estímulos governamentais, mas sim pelas possibilidades de mercado abertas a partir dos programas de infraestrutura”.

Aos investimentos privados estrangeiros e investimentos públicos vieram combinar-se os investimentos privados nacionais nos ramos da indústria tradicionais de bens de consumo não durável, alguns ramos da indústria de bens de capital e da indústria metalmeccânica, os quais se expandiram a partir de relações interindustriais<sup>39</sup>.

Esse conjunto de fatores permitiu que os investimentos da indústria de bens de capital, especificamente nos setores de material de transporte, mecânico e material elétrico, crescessem em média no período entre 1955 a 1959, respectivamente, a 80%, 43% e 38% ao ano. As indústrias de bens de capital e de consumo durável cresceram entre 1955 e 1962 a uma taxa média anual, respectivamente, de 26,4% e 23,9%. A participação da metalurgia, máquinas, equipamentos de transporte e elétricos no total do valor adicionado na indústria elevou-se de 15% em 1949 para 27% em 1959, setores caracterizados por serem grandes usuários de MF.

---

<sup>39</sup> Como explica Tavares (1986, p.122), “nos setores de bens de consumo não duráveis as grandes empresas nacionais são obrigadas a enfrentar a concorrência das filiais estrangeiras, e as que sobrevivem são obrigadas posteriormente a modernizarem-se e intensificarem o capital com aumento de escalas de produção, ainda que com margem de capacidade subutilizada”. Já “nos novos setores metalmeccânicos que surgem na metade de 1950 acontece [...] uma articulação vertical, ou uma complementaridade entre a grande empresa monopólicia de ponta (estrangeiras) e a pequena e média empresas nacionais dos ramos metalúrgico e metalmeccânica, que se modernizam e se expandem aproveitando a demanda derivada da grande empresas estrangeira. Aqui não se trata de um oligopólio competitivo, mas de um oligopólio diferenciado, articulado horizontal e verticalmente, que dá lugar a estrutura industrial em estrela, em que cada empresas tem um cordão de pequenas e médias, tanto fornecedoras quanto distribuidoras. Estas atuam menos como um amortecedor no ciclo do que como um aprofundador do efeito acelerador ou desacelerador do ritmo de investimento, dado pela estratégia de expansão de grandes empresas, em geral estrangeiras”. Tavares está preocupada com o aumento da capacidade produtiva, o ciclo e taxa de lucro dada a implantação e expansão da grande empresa estrangeira terminal nos setores de material de transporte e elétrico, quanto “a faixa das pequenas e médias empresas subsidiárias estendeu-se aceleradamente, arcando com grande parte dos custos primários do produto acabado”. (p.123).

Uma análise da composição da oferta industrial no início dos anos de 1960 revela que a produção interna correspondia a cerca de 90%. A produção interna de bens de consumo respondia por cerca de 95%, os produtos intermediários 90% e os bens de capital em cerca de 80% da oferta interna (FURTADO, 2007, p.276). Em 1965, as estatísticas mostravam que a capacidade utilizada do conjunto da indústria de bens de capital, considerando um turno de trabalho, estava um pouco acima dos 50 por cento. (p.279).

Como consequência da desaceleração das taxas de crescimento econômico de 1962 a 1967, a indústria brasileira de bens de capital decresceu 2,6% ao ano (TAVARES, 1972). Atribui-se esse fato ao excesso de capacidade produtiva decorrente das altas taxas de investimento nos setores de bens de capital e de consumo durável no período do Plano de Metas, que, segundo a autora, deveu-se a problemas de realização dinâmica do crescente potencial de acumulação decorrente dos desajustes entre a capacidade produtiva e a demanda industrial. As elevadas escalas mínimas de eficiência das plantas industriais dos investimentos produtivos do Plano de Metas e o próprio caráter fechado do processo de industrialização também se responsabilizam pela capacidade produtiva ociosa não planejada em diversos setores da indústria. Tal fato também é atribuído à perda da capacidade do Estado em avançar nos investimentos em razão do problema de “financiamento” do crescente déficit público com políticas monetárias e fiscais expansionistas; deterioração dos termos de troca da economia iniciado em 1958; crescimento dos “serviços” do capital estrangeiro a partir de 1957; e o curto período de maturação dos empréstimos externos desde o início da década, devido às condições então prevalecentes e à hostilidade das instituições financeiras internacionais ao processo de industrialização brasileiro (SERRA, 1983, p.78). Entre os anos de 1963-66 também se evidencia grande oscilação da demanda, com efeitos negativos sobre a rentabilidade das empresas, excessiva diversificação da produção e baixas economias de escala, problemas responsáveis, em algum grau, pelo baixo nível tecnológico de “alguns” bens de capital.

Em diversas oportunidades Celso Furtado defende a tese, entretanto, de que, apesar do dinamismo produtivo e mudança estrutural do Plano de Metas, a aceleração do processo de industrialização promoveu uma baixa absorção não somente de emprego industrial, mas de emprego pela economia como um todo. Ao concentrar a expansão da indústria em setores de alta densidade de capital (K/T) e de preço relativos elevados devido à maior intensidade de capital (K/Y) com bens de capital importados para atender uma demanda pequena e concentrada, impediu os investimentos produtivos do Plano de Metas operarem com economias de escala e nível de produtividade industrial necessária, o que limitava o

crescimento de taxa de poupança interna adequada para a manutenção do crescimento econômico de forma sustentável – face ao estrangulamento externo e o limite da capacidade de importar da economia.

Como sabido, o “modelo” de processo de industrialização por substituição de importações (PISI) tinha como lógica interna a redução do coeficiente de penetração de importações através da internalização da produção e diversificação estrutural da indústria brasileira, principalmente através da internalização da produção de insumos intermediários e bens de capital. Por outro lado, seja devido às políticas e/ou às condições que o processo de industrialização foi assumindo, os coeficientes de comércio exterior da indústria brasileira situavam-se muito abaixo dos padrões internacionais. A crítica ao processo de industrialização por substituição é a de que ele foi fechado, concentrador de renda e com baixo nível de especialização.

Ademais, chama atenção que as características que o processo de industrialização assumiu mostram que o papel propulsor das possibilidades de substituição de importações vai se esgotando devido a um tipo de obstrução estrutural ao desenvolvimento, em decorrência de fatores: 1) a “redução progressiva do comércio exterior na formação da procura e da oferta global”; 2) “concomitantemente com a redução dos coeficientes de importações, ocorre uma modificação na composição dessas importações, nas quais tende a predominar um reduzido número de produtos de difícil substituição”; 3) “outros fatores atuam no sentido de reduzir a eficácia dos investimentos induzidos pelo crescimento da procura interna”; “obstáculos tanto à formação de poupança interna como à transformação da poupança real ou potencial em investimentos”; 4) “o declínio da capacidade de importação pode provocar elevação relativa dos preços de equipamentos de difícil substituição, por similares de produção local, com efeitos indiretos na composição das inversões e nos preços relativos dos bens finais”. (FURTADO, 2000, p.291-292).

Esses fatores decorrem da forma particular do comportamento associado aos processos de incorporação e difusão de progresso técnico, mudança estrutural e reconcentração econômica, intimamente ligados, sobretudo, na forma como o comportamento desses elementos impacta para o estreitamento do mercado devido à concentração de renda do processo de industrialização intensiva. “Ora, a orientação do progresso técnico, que leva a aumentar o coeficiente do capital por pessoa empregada e por unidade de produto incremental [...]” imprime uma “mais lenta absorção de mão-de-obra (que) contribui para aumentar o excedente estrutural desse fator. Assim, o progresso técnico se encarrega, ele mesmo, de frear a difusão social de seus benefícios” (FURTADO, 2007, p.278). Os fundamentos da

estagnação das oportunidades de substituição decorrem de fatores que atuam pelo lado da oferta e outros que incidem pelo lado da evolução da procura global.

Especificamente, Furtado (2000) considera o problema nos seguintes termos:

(N)a fase de instalação das indústrias de bens de consumo corrente, os países subdesenvolvidos tiveram uma certa margem de opção entre processos técnicos com diferentes coeficientes de capital por trabalhador. Essa margem operacional, entretanto, tornou-se muito reduzida ou inexistente quando se instalou a fase de substituição dos bens duráveis de consumo. O fato de que o desenvolvimento se realiza com expansão mais rápida do mercado formado pelo grupo de altas rendas significa que os investimentos tendem a concentrar-se no setor onde, em geral, a dotação de capital por pessoa ocupada é mais elevada e as funções de produção apresentam coeficientes menos flexíveis. (p.293).

Esta (a concentração de renda), ao condicionar o perfil da procura global e provocar uma diversificação crescente do consumo de uma minoria privilegiada, reduz o crescimento relativo das indústrias em que é menor o coeficiente de capital por trabalhador [...] A concentração de renda tende a elevar o conteúdo direto ou indireto de importações nos gastos de consumo, o que reduz a capacidade transformadora das estruturas de determinados coeficientes de importações. Por último, o lento crescimento do mercado de bens de consumo geral e a excessiva diversificação da procura, gerada pelos grupos de altas rendas, limitarão o acesso às economias de escala, que respondem por uma parcela crescente dos aumentos de produtividade industrial. (p.294).

Em resumo, a produtividade do capital do país estaria em queda, e conseqüentemente os lucros e as oportunidades de investimento, devido ao aumento do coeficiente de capital-trabalho nos setores de bens de consumo durável que, juntamente à concentração de renda e à acentuada heterogeneidade da economia, impediam o aumento das economias de escala e da produtividade industrial. Com efeito, impediam o “funcionamento do círculo virtuoso do capitalismo, o processo pelo qual o aumento da produtividade aumenta os salários e a demanda agregada” (BRESSER-PEREIRA, 2007, p.74).

Parece que Furtado - que se utilizou fartamente da teoria keynesiana - já tinha em mente que o aumento do investimento através de financiamento gera um aumento de renda, e que o montante de poupança *ex post* é um resíduo da renda acrescentada não gasta em consumo. **Se a concentração da renda é funcional à diversificação da produção industrial por formar um mercado bens de consumo avançados, impede a formação de *funding* (poupança) que estruture a dívida de capital dos investimentos *ex ante* realizados com**

“dinheiro novo”. Conforme sabido, o prognóstico de Furtado de 1966 revelou-se equivocado em seguida, na medida em que a economia brasileira entrava em novo ciclo de crescimento<sup>40</sup>.

#### 4.2.2 A Política Econômica do PAEG e do Milagre Econômico

O período de crescimento excepcional conhecido como “Milagre Econômico” foi condicionado por uma série de mudanças institucionais nos primeiros quatro anos do regime militar, na gestão do General Castelo Branco (1964-67), através de um ajuste conjuntural e estrutural da economia brasileira no quadro do processo inflacionário, desequilíbrio externo e estagnação econômica. Também busca uma compatibilização de condições econômicas externas excepcionalmente favoráveis às condições internas<sup>41</sup>. Enquanto o PAEG (Programa de Ação Econômica do Governo) se concentrou no combate progressivo à inflação, as mudanças institucionais se concentraram nas reformas estruturais dos sistemas financeiro e tributário e do mercado de trabalho<sup>42</sup>.

Com a aceleração do crescimento das taxas de inflação no final da década de 1958 – devido às políticas “defensivas” que as impulsionaram frente ao agravamento dos problemas do setor externo - ficava “cada vez mais difícil elevar ou mesmo manter os níveis reais de gastos públicos sem uma reforma tributária de peso”. (SERRA, 1983, p.84).

De forma resumida, as reformas tributária e financeira do governo Castelo Branco visavam a corrigir o conhecido efeito Oliveira-Tanzi nas contas públicas - decorrentes dos problemas de financiamento da dívida pública (quando foi criada a ORTN (Obrigações

---

<sup>40</sup> De acordo com Bresser-Pereira (2007, p.74): “O equívoco, entretanto, revelar-se-ia afinal, relativo acerto. O ciclo de desenvolvimento, que então se iniciava, foi artificialmente financiado pela dívida externa – uma dívida que tornou as economias latino-americanas prisioneiras do capital financeiro internacional e que, afinal, levou a grande crise dos anos de 1980 e a quase estagnação que até hoje perdura”.

<sup>41</sup> No *front* externo, desde a metade da década de 1960 os fluxos privados em eurodólares vinham se recuperando, para já no começo dos anos de 1970 dominar o fluxo de capitais no sistema financeiro internacional, domínio garantido com a adição dos petrodólares em 1973 (KREGEL, 2008). Da mesma forma, certas especificidades históricas do desenvolvimento econômico brasileiro do final dos anos 1960 a 1980, particularmente no que diz respeito ao seu processo de industrialização, podem ser compartilhadas em aspectos comuns em grande número de países em desenvolvimento. A perpetuação dos desequilíbrios estruturais do balanço de pagamentos (BP) causados por tentativas de processos de *catching-up* de países de industrialização tardia, como Brasil, México, Argentina e Coreia do Sul naquela década, foram em grande parte possíveis devido ao relativo sucesso de suas políticas de integração nos crescentes comércio e sistema financeiro internacionais. Já as condições externas mostravam-se favoráveis, principalmente, como assinala Kregel (2008), devido ao aumento dos fluxos financeiros privados de capital e à diminuição do papel do Fundo Monetário Internacional (FMI) como coordenador do sistema (BP e taxas de câmbio) e das condições de ajustamento estrutural das economias.

<sup>42</sup> As reformas institucionais de 1964, o papel da política econômica interna e externa do país e as condições do sistema financeiro internacional não podem ser negligenciados na análise do processo de industrialização do país, especialmente para reativação do novo ciclo de investimentos e crescimento econômico brasileiro entre os anos de fins de 1960 e 1973. O ano de 1967 foi divisor dos contrastes da política econômica que prevalecia antes.

Reajustáveis do Tesouro Nacional) - para elevação das receitas do governo, organizar um sistema de financiamento habitacional e crédito ao consumidor, visavam a liberação progressiva de importações, certo afrouxamento da legislação sobre o capital estrangeiro e inauguração de um sistema de crescentes incentivos às exportações. Destaque para a criação da FINAME (Agência Especial de Financiamento Industrial) no final de 1964, a qual teve importância crescente no financiamento do investimento produtivo, “com a tarefa definida de apoiar a comercialização de máquinas e equipamentos de fabricação nacional, bem como a respectiva exportação e importação” (SILVEIRA, 2002). A reforma no mercado de trabalho através da criação do FGTS (Fundo de Garantia por Tempo de Serviço), que substituiu o regime de estabilidade no emprego, conjugada à fórmula restritiva de correção do salário real e reforma tributária regressiva, produziu um efeito distributivo negativo que penalizou, sobretudo, os trabalhadores menos qualificados. (HERMANN, 2005).

Na questão da tecnologia, **o PAEG sintoniza-se a posição geral do “Plano de Metas”, fazendo explícita referência ao capital estrangeiro como um transportador de *know-how* técnico.** O Paeg realçava a necessidade de atrair capital estrangeiro, não apenas devido à sua contribuição marginal para a taxa de investimento e o reforço da capacidade de importar do país, mas sobretudo por conta de sua contribuição técnica para a modernização da economia brasileira, maior conhecimento tecnológico e aumento da produtividade dos fatores de produção nacionais<sup>43</sup>.

Posteriormente as diretrizes do Plano Estratégico de Desenvolvimento (PED) (1968-1970) também são ilustrativas quanto aos objetivos do governo no triênio. O PED dava de fato maior ênfase para o aumento das taxas de crescimento econômico do que preocupações sobre o nível das taxas de inflação, com crescimento apoiado na diversificação das fontes de dinamismo através da expansão do mercado interno e a retomada do processo de substituição de importações (nas indústrias mecânica e elétrica, química, de metais não-ferrosos e siderurgia), maior abertura a competição internacional, promoção das exportações e modernização das indústrias tradicionais. **O Plano propõe também, pela primeira vez de forma explícita, uma política científica e tecnológica.** A ênfase à questão da tecnologia aparece também nas indicações das políticas setoriais, industrial e a ênfase à necessidade de

---

<sup>43</sup> A política de estímulo ao capital estrangeiro tinha em vista um duplo objetivo. De um lado, o ingresso de capital, e neste caso se incluíam os empréstimos e financiamentos. Ao elevar a capacidade de importar, viabilizava a necessária importação de bens de capital e da tecnologia neles incorporada. De outro, o ingresso de capital de risco “facilita-nos, também, maior conhecimento tecnológico, poupando-nos nos dispêndios substanciais em pesquisas [...]. A convivência internacional, através das fontes supridoras de capitais, representa a fórmula mais acessível para que o Brasil se atualize nesse requisito básico do progresso econômico”. (PAEG, 1965, p.143 *apud* GUIMARAES; FORD, 1975, p.405).

desenvolvimento de novos processos produtivos e técnicas mais adaptadas à dotação de fatores do país (GUIMARÃES; FORD, 1975).

Notadamente, as diretrizes do PED que explicitavam a política científica e tecnológica buscavam justificar a necessidade de absorção de tecnologia pelo sistema produtivo e a importância de empreender esforço próprio de pesquisa, já que a “tecnologia nem sempre é adequada à constelação de fatores do país importador” e que “a própria absorção de tecnologia requer, à medida que a indústria se integra, pesquisas e desenvolvimentos locais” (PED, 1968, p.IV-4 *apud* GUIMARÃES; FORD, 1975, p.409)<sup>44</sup>. Ademais, o PED infere sobre a criação de um mercado de massa necessário para conferir a aceleração e autossustentação ao processo de crescimento econômico, “entendido [...] no sentido de que considerável percentagem da população urbana e rural tenha nível de renda capaz de permitir consumo habitual de bens industriais, principalmente não duráveis, que sustente o crescimento das indústrias tradicionais a taxas próximas das do crescimento do PIB”. (p.412). A vigorosa recuperação da indústria de transformação entre os anos de 1968-70 ocorreu primeiramente mediante a ocupação da capacidade ociosa da indústria de bens de consumo duráveis, caminho diferente do que a prevista no PED.

A partir do final do ano de 1966, o Estado, através, da Comissão de Desenvolvimento Industrial (CDI)<sup>45</sup>, instituiu um sistema de incentivos que consistiam na isenção ou redução de impostos de importação e demais taxas (IPI, ICM) de máquinas, equipamentos e componentes sem similar nacional, com o objetivo essencialmente de reduzir o custo de capital das empresas e aumentar as exportações. (SUZIGAN, 1978, p.53).

A explícita política de incentivos do CDI à importação de bens de capital nos últimos anos da década de 60 foi compensada no plano interno pelo estabelecimento de incentivos ao comprador de bens de capital nacional em dezembro de 1970, agora através do Conselho de

---

<sup>44</sup> “A substituição de importações de produtos industriais, na forma do intenso processo desenvolvido no pós-guerra, não é suficiente para assegurar um desenvolvimento autossustentado, devido particularmente às suas implicações no tocante à criação de mercado e à adequação da tecnologia instalada. Será preciso complementá-la através da *substituição de tecnologia*, tomada esta, racionalmente, no sentido de adaptação de tecnologia importada e gradual criação de um processo autônomo de avanço tecnológico. *Será difícil encontrar experiência de algum país em que o crescimento rápido e autossustentado não tenha sido apoiado num processo interno de desenvolvimento tecnológico*” (grifos do original, PED, 1968, p.IV-8 *apud* GUIMARAES; FORD, 1975, p.409-410).

<sup>45</sup> “O CDI – criando em 1964 - teve fraca participação nos seus primeiros três anos de existência: aprovou apenas 237 projetos, que redundaram investimentos fixos em quantia equivalente a 550 milhões de dólares [...] Dois períodos podem ser distinguidos na evolução do CDI, a partir de então: o primeiro entre 1968 e 1973, e o segundo de 1974 em diante. No primeiro, o CDI, aproveitando a situação de folga no balanço de pagamentos, concedia incentivos indiscriminadamente. A sua política caracterizava-se como uma *não-política*: praticamente todos os projetos, de qualquer setor, eram aprovados [...] somente no ano de 1973 foram aprovados 2.815 deles. A consequência mais grave dessa liberalidade foi o atraso da produção interna de bens de capital, já que se estimulava a importação, com consequente aumento e prolongamento da dependência externa, especialmente quanto à tecnologia”. (grifo do autor, SUZIGAN, 1978, p.53-54).



Desenvolvimento Industrial (CDI), com os grupos executivos como integrantes<sup>46</sup>. Essas medidas estenderam as isenções de IPI – imposto sobre produtos industrializados - ao comprador de bens de capital nacional, além de permitir sua depreciação acelerada para efeitos de imposto de renda. A FINAME também foi fortalecida em 1971 quando passou a ser uma empresa pública subsidiária do BNDE, disponibilizando linhas de financiamento com condições de crédito mais favoráveis. A criação do Programa FINAME Especial em 1973 disponibilizava financiamento com prazo de 15 anos e taxas de juros de 3% a 6%, mais correção monetária, e vinha suprir uma carência interna para o financiamento da produção e especialmente a comercialização da indústria de bens de capital, adequando-se relativamente às condições de crédito excepcionais disponibilizadas pelos fornecedores internacionais (*supplier's credit*). (LAPLANE; FERREIRA, 1985, p.85).

A política industrial tinha elementos em aparente contradição, na medida em que protegia a produção nacional da concorrência externa, mas também estimulava a importação de bens de capital<sup>47</sup>. Por exemplo, o exame da similaridade dos bens de capital e componentes importados no novo regime de importação cabia à CACEX (Carteira de Comércio Exterior do Banco do Brasil), inclusive para concessão de incentivos fiscais por parte do CDI. Por outro lado, com o programa BEFIEX (Benefícios Fiscais a Programas Especiais de Exportação) que começou a operar em 1972, a política estimulava investimentos voltados para exportações de produtos industrializados, para os quais isentava o imposto de importação de bens de capital - sem a obrigatoriedade de realizar o exame da similaridade -, para empreendimentos que se comprometessem com um cronograma de exportações. Contudo, de acordo com Vermulm (1996, p.22), “os produtos importados com incentivos do Programa BEFIEX não necessariamente se destinavam à produção voltada exclusivamente ao mercado externo”.

Segundo Laplane e Ferreira (1985, p.85), apesar do menor custo de formação do capital representado pelas isenções fiscais de máquinas e equipamentos importados mais sofisticados, “indica também uma perda e eficácia da Lei do Similar, já que muitas importações contornavam essa lei com detalhes técnicos de importância duvidosa”. Da mesma forma, “a diversificação da estrutura produtiva e os grandes programas de

---

<sup>46</sup> A antiga Comissão de Desenvolvimento Industrial é transformada em Conselho de Desenvolvimento Industrial em agosto de 1969, para ser novamente reformulada em dezembro de 1970 (ALMEIDA, 1981, p.390).

<sup>47</sup> Segundo Vermulm (1996, p.21) a “principal proteção era exercida através de mecanismos administrativos, não-tarifários, enquanto que a importação contava com incentivos fiscais. O resultado dessa política é que o setor de bens de capital possuía um coeficiente de importação superior à média da indústria de transformação. Porém, a contradição é apenas aparente, pois a produção nacional e a importação de bens de capital complementavam-se”.

investimento estatal ampliavam o conjunto de máquinas e equipamentos demandados, sendo parte dele de bens de encomenda. Isso problematizou a ação de um mecanismo como a Lei do Similar Nacional”.

Em síntese, as reformas institucionais e as políticas anti-inflacionárias de 1964/1965 deram lugar a uma política econômica que depois de 1967 envolveu: políticas monetária e fiscal expansionistas; crédito para aquisição de bens de consumo duráveis e para financiamento da construção e compra de imóveis residenciais; aumento dos investimentos públicos, inclusive nas “velhas” e “novas” empresas estatais (como a EMBRAER em 1968), em infraestrutura e telecomunicações, juntamente com a criação de incentivos às exportações de manufaturados e não-manufaturados através de crédito e isenções fiscais.

Serra (1983, p.90), corretamente, entende que o “setor de bens de consumo duráveis beneficiou-se de uma substancial redução dos seus preços relativos, efeitos e causas de seu notável crescimento”. A paulatina ocupação da capacidade ociosa ou as economias de escala derivadas do aumento de produção desses bens, juntamente aos investimentos públicos, estimulou o crescimento do investimento e reativou a procura por bens de capital e bens intermediários. Enquanto a economia acelera seu processo de crescimento, tanto sustentado pelo investimento público quanto privado, entre 1966 a 1975 a taxa de investimento é crescente e o investimento em máquinas e equipamentos (M&E) lidera a FBCF. A taxa de investimento em M&E passa de aproximadamente 6% a 7% do PIB no início do período para algo em torno de 12% a 13% em 1975, que representou metade da taxa de investimento da economia deste último ano, um pouco acima de 25% do PIB. Em 1972/73 os setores direta ou indiretamente controlados pelo Governo, como a construção naval, a indústria petroquímica, a siderurgia, o cimento e o de material ferroviário, eram responsáveis por 70% da demanda de bens de capital do país. (ERBER; ARAÚJO JR., 1973).

A média móvel da taxa de crescimento econômico em 1973 passa de 11%, enquanto a produtividade do capital e o produto potencial da economia brasileira aumentam fortemente, configurados pelos quadros de forte aumento tanto do investimento em M&E quanto da utilização de capacidade produtiva nos anos do “milagre” brasileiro. Como a taxa de crescimento é dada pela razão entre taxa de investimento e relação incremental capital-produto, o crescimento no milagre de 1970 a 1973 foi ampliado por uma taxa de investimento crescente e em um nível de escala maior, dado a maior utilização da capacidade instalada.

A demanda de bens de capital foi filtrada para o exterior até 1969. A indústria de bens de capital puxou fortemente a taxa de crescimento da indústria de transformação após 1970, quando, até 1974, cresceu a 25% ao ano. As importações de bens de capital cresceram

fortemente nesse mesmo período, oscilando entre uma média de 30% (a preços correntes) da taxa de investimento em M&E<sup>48</sup>.

Diferentemente do período do “Plano de Metas”, cuja característica marcante foi sua baixa capacidade para importar, no período do “Milagre” a capacidade de importar aumentou devido à diversificação e expansão vigorosa das exportações (cresceu cerca de 30% ao ano), adoção da política de minidesvalorizações cambiais, melhora dos termos de troca e do efeito-renda do forte crescimento mundial, ampla liquidez internacional e facilidades de endividamento externo; “possibilitado pelo extraordinário crescimento das disponibilidades das reservas internacionais [...] viabilizado pela legislação interna destinada a facilitar o endividamento externo em moeda das empresas” (SERRA, 1983, p.91). As políticas de incentivo e concessão de subsídios às exportações no fim dos anos 1960 foram relativamente bem sucedidas até 1975 pelo dinamismo do comércio internacional, dinâmica francamente contestada com a crise internacional (BONELLI; MALAN, 1976; SUZIGAN, 1988, p. 09).

É importante registrar que o I Plano Nacional de Desenvolvimento (I PND) (1972-1974) formulado na euforia do período, elegeu como grande objetivo a continuidade do crescimento econômico. As diretrizes principais do I PND quanto à estratégia industrial era o fortalecimento da capacidade competitiva da indústria brasileira, incluindo alguns setores de alta intensidade tecnológica. O plano enfatizava a necessidade de desenvolvimento tecnológico nacional, ao atribuir importância estratégica à indústria de bens de capital, particularmente seu papel na difusão de novas tecnologias para modernização de setores tradicionais e para expansão das exportações de manufaturados também nos segmentos industriais de tecnologia de ponta<sup>49</sup>. (GUIMARÃES; FORD, 1975).

<sup>48</sup> Enquanto a produção passou de US\$ 2,500 milhões em 1970 para US\$ 8,468 milhões de dólares em 1974, as importações passaram de US\$ 900 milhões para US\$ 3,350 milhões de dólares. As exportações de bens de capital quadruplicaram no período, quando cresceram de US\$ 125 milhões no início do período para US\$ 650 milhões em 1974 (ERBER, 1982; 1984 *apud* LAPLANE; FERREIRA, 1985, p.25). No período iniciado em 1971 até 1974, foi crescente a participação de bens de capital seriados importados, seja como parte ou peça, seja como bens finais. Conforme estimativas de Mazzucchelli (1977), citadas por Tironi (1979, p.31) - na verdade uma superestimativa, pois parte da hipótese de que todas as MF podem ser tomadas como bens seriados, uma vez que algumas MF têm característica de encomenda -, de um levantamento das importações de bens de capital acumuladas de 1971 a 1974, correspondente a 73% do total das importações, 83% eram importações de MF “seriadas”. Este crescimento das importações de bens de capital seriados “reflete em geral o estilo de crescimento e diversificação da estrutura produtiva, e mais especificamente, a acentuada expansão da capacidade das grandes empresas internacionais” (TIRONI, 1979, p.31-32), que foram não somente as principais importadoras desse tipo de equipamento, mas, sobretudo, as maiores importadoras de partes e peças. “Nesse sentido, pode-se afirmar que a indústria internalizou a oferta de um elevado espectro de bens de capital, mas os produz incompletos, dependendo da importação de partes e peças em geral produzidas por série” ( p.32).

<sup>49</sup> O detalhamento das diretrizes da política de tecnologia contida no I PND registra-se em um documento separado, o Primeiro Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (I PNBDCT) para o período 1973-74. Suas disposições apenas aprofundam e dão concreticidade às diretrizes do I PND. Mas sua importância reside na efetiva preocupação com a progressiva implementação do planejamento estatal na área de ciência e tecnologia, “notadamente pelo que representa em reafirmação da preocupação governamental quanto ao

O período de 1967 a 1973 registraram as mais altas de crescimento econômico na história contemporânea da economia brasileira. O PIB cresceu em média 11,2% ao ano, liderado pelo crescimento de 12,7% ao ano da indústria de transformação. A ampliação do crédito ao consumo de bens duráveis e imóveis permitiu considerável expansão do endividamento das famílias e aumento da produção de bens de consumo durável. A expansão da indústria de bens de consumo duráveis foi de 23,6% ao ano, enquanto a produção doméstica de bens de capital cresceu em média 18,1% ao ano (BONELLI; MALAN, 1976).

A trajetória de crescimento da economia mostra que o processo de concentração de renda em favor dos grupos de renda alta e média por outro lado dinamizou a economia brasileira no curto prazo através do aumento da procura de bens de consumo duráveis e bens de capital. Os investimentos na construção civil e investimentos públicos na indústria de base, metalurgia, petroquímica, energia, transporte e telecomunicação destacavam-se no crescimento na FBCF, principalmente pelo aumento da participação de máquinas e equipamentos na taxa de investimento global. Portanto, a estrutura da demanda e os incentivos para investimento e importações atuaram no direcionamento da expansão do setor industrial nos segmentos mais intensivos em capital.

#### 4.2.3 O Ajuste do II PND e a Década Perdida

As causas dos desequilíbrios das contas externas do país deflagrados nos anos de 1974 e 1975 são interpretadas de duas formas, não necessariamente excludentes, e que subsidiam a opção, do governo do General Gaisel, pelo ajuste estrutural planejado no II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) e parcialmente executado até 1979.

Para a primeira interpretação, os desequilíbrios refletiam o forte crescimento da produção de bens de consumo duráveis, construção civil e o robusto crescimento das importações de bens de capital e matérias-primas, um problema agravado pelo petróleo, dirigidos por uma política econômica expansionista clássica, monetária e fiscal, que desde o ano de 1967, manteve “elevado, em termos reais, o montante de dispêncio público e privado em consumo e em investimento” (BONELLI; MALAN, 1976, p.373)<sup>50</sup>. Enquanto o

---

desenvolvimento científico e tecnológico do País e em esforço de coordenação e articulação dos diversos segmentos do complexo nacional de ciência e tecnologia [...] o desenvolvimento de tecnologia aplicada ao desenvolvimento social e a atividade de pesquisa fundamental e a pós-graduação” (GUIMARAES; FORD, 1975, p. 418).

<sup>50</sup> “(I)mporta assinalar que, mesmo para aqueles que – como nós – acreditam que a forma e evolução da economia brasileira no período 1968/73 teria gerado pressões inflacionárias e desequilíbrios no balanço de pagamentos veio agravar seriamente o quadro via deterioração dos termos de intercâmbio e aceleração da

crescimento econômico do milagre foi acompanhado pelo da capacidade de importações - e que limitou de alguma forma o crescimento de 1974-75 -, atendendo aos objetivos amplos anteriormente discutidos (investimentos públicos, etc.) e aos incentivos da política industrial para aumentar as exportações industriais, a política de ‘captacão de poupança externa’, que visava à “sustentação do crescimento acelerado, [...] havia sido confirmada (e supostamente aperfeiçoada) pelo governo empossado em 1974” (CASTRO; SOUZA, 1985, p.29-30).

Por outro lado, as preocupações de Bonelli e Malan (1976) com os déficits em conta corrente sintetizam a segunda interpretação, a de que o desequilíbrio nas contas externas reflete um desequilíbrio estrutural pelo lado da oferta. Em meados da década de 1970, sugerem que:

a gravidade da situação atual reside no fato de que o Brasil não tem apenas um problema “técnico” de ajustamento de curto prazo na balança comercial. Na verdade, o desequilíbrio nas contas externas expressa e reflete um desequilíbrio estrutural pelo lado da oferta que tem uma história, e que já atingiu proporções e consequências que requerem reajustes deliberados na estrutura de sua economia ou a aceitação de uma política de espera por condições internacionais novamente excepcionais como as que prevaleceram temporariamente até 1972/73. A forma que esta preocupação com o médio prazo assume no momento é através da chamada política de substituição de importações em bens de capital e insumos básicos. (p.369).

As principais mudanças estruturais da indústria brasileira de bens de capital e sua “consolidação” ocorreram especialmente na mudança induzida pelo padrão de industrialização planejado e parcialmente executado durante o II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), novamente aportado no referido tripé (Estado, empresas estrangeiras e nacionais). **O II PND também continha a primeira política de apoio direto do Estado para o desenvolvimento tecnológico do setor de bens de capital brasileiro.** O plano priorizava investimentos líderes do setor de insumos básicos, infraestrutura e energia (petróleo, etc), telecomunicações e transporte que criaram demanda segura e expansão da indústria de bens de capital pesados (LESSA, 1998, p.121). As indústrias nuclear, de telecomunicações, eletrônica (particularmente computadores) e aeronáutica também tiveram estímulos governamentais, pois eram consideradas estratégicas na época.

---

inflação, com seus inevitáveis efeitos sobre a renda real disponível. As questões de importância passaram a ser relacionadas às alternativas de política econômica disponíveis para minorar as consequências da crise a curto prazo e a encaminhar soluções de longo prazo para um problema agravado pelo petróleo, mas certamente não redutível às consequências de elevação dos preços internacionais deste particular produto” (BONELLI; MALAN, 1976, p.363).

No período anterior ao II PND, a formação do capital industrial foi de uma forma ou de outra diretamente incentivada pelo Estado. O mesmo não pode ser dito em relação à existência de políticas objetivamente deliberadas ao desenvolvimento tecnológico da indústria de bens de capital. As políticas cambial e tarifária sempre buscavam baratear o custo do bem de capital importado. O objetivo do II PND era a correção do desequilíbrio externo estrutural da economia, componente crítico do padrão de industrialização brasileiro, quando incentivou-se a indústria de bens de capital sob encomenda mediante demanda induzida pelo Estado, enquanto os bens de capital seriados teriam aumento da produção induzido através das relações intraindustrial e que permitiria o adensamento da matriz industrial brasileira.

O II PND foi uma resposta “extremamente ousada”, de “alta dose de racionalidade econômica e criativa” aos desequilíbrios externos da economia brasileira (CASTRO; SOUZA, 1985, p.32-33). “(A) nova política escolhia superar a atrofia dos setores produtores de insumos básicos e bens de capital. Ocorre, porém, que o atraso relativo destes setores constitui o próprio estigma, no plano industrial, do subdesenvolvimento” (p.33). Segundo defendem Fonseca e Monteiro (2007, p.40), a contribuição de Bonelli e Malan é mostrar que “o problema não é apenas o de poupar divisas via substituição de importações, mas também de aumentar a produção de bens exportáveis, o que reforça, e não se choca, com a tese defendida por Castro e Souza”<sup>51</sup>.

---

<sup>51</sup> O comportamento global da economia brasileira revela que na segunda metade da década de 1970 ocorreu um forte declínio da relação incremental produto-capital, em relação ao período 1965-1974, e ainda mais no compreendido na primeira metade dos anos 1970 (FURTADO, 1981, p.53). O reflexo foi uma queda da taxa de crescimento do PIB “de um terço ou mais, se bem que a taxa de investimento se mantenha mesmo constante ou mesmo aumente... As causas desse fenômeno são tanto de natureza estrutural – reciclagem do setor energético, degradação da base de recursos naturais, distanciamento da fronteira agrícola, maior necessidade de investimentos em infraestrutura decorrentes da centralização da atividade industrial e outros fatores cujo estudo merece ser aprofundado – como de natureza conjuntural – fricções causadas pela aceleração da inflação, descontinuidade na política de investimentos públicos, etc.” (p.53-54). Os principais problemas dos objetivos definidos no II PND (1974-1979) eram que o plano se assentava basicamente na ampliação da base industrial e aumento do grau de inserção da economia no comércio internacional. Estes objetivos deveriam ser perseguidos mediante ações que se reforçassem mutuamente, pois a abertura ao exterior deveria apoiar-se principalmente no aumento da capacidade produtiva de atividades industriais que corretamente apresentavam a dupla capacidade de reforçar a base do sistema industrial e de criar excedentes exportáveis (*ibidem*, p.47). Os setores com essas “vocações” eram aqueles com elevada necessidade de capital, alta relação capital-trabalho, processos de produção contínuos sujeitos a rendimentos crescentes de escala voltados para extração e transformação de matérias-primas minerais como minério de ferro em aço, bauxita em alumínio, petróleo em produtos petroquímicos e celulose em papel. O setor de bens de capital para produção destes bens, inclusive para geração e distribuição de energia elétrica e equipamentos de telecomunicações, foram incentivados, a fim de fortalecer o potencial autotransformador da economia e de reduzir o coeficiente de importações. Para Furtado (1981, p.46), esses objetivos eram corretos, mas apareciam envoltos “na bruma de uma visão paranoica da economia brasileira, idealizada como um sistema capaz de sustentar em longo prazo uma taxa de crescimento de 10% por cento anual e de abrir mercados no exterior de forma a aumentar suas exportações em termos reais com uma velocidade duas vezes maior”. Esse falso diagnóstico deve-se à suposição subjetiva da continuidade das condições econômicas excepcionais do período do milagre, com utilização de capacidade produtiva ociosa, melhora nos termos de troca, grande prosperidade nos países industriais importadores do país e de endividamento externo em condições excepcionalmente favoráveis, “refletindo traços permanentes do contexto

Não obstante as controvérsias sobre a racionalidade econômica e política do II PND, o crescimento da indústria de bens de capital foi perseguido por uma série de instrumentos de política industrial, de naturezas diversas, tais como: montagem de um padrão de financiamento e ampliação das linhas de crédito para comercialização da produção interna para setor, esforços para neutralizar/compensar as vantagens financeiras e tecnológicas dos fornecedores internacionais, estímulo à engenharia de projeto, disciplina e tentativa de desvio das importações para o mercado interno através dos índices de nacionalização, ampliação de proteção aduaneira e fiscal, etc. (LESSA, 1998, p.121). Estes esforços foram conduzidos por um conjunto de instituições públicas e novos mecanismos de fortalecimento da empresa nacional estabelecidas pelo Conselho de Desenvolvimento Econômico (CDE), como o CDI (Conselho de Desenvolvimento Industrial), a CACEX (Carteira de Comércio Exterior do Banco do Brasil), BNDE, a ENBRAMEC (Mecânica Brasileira S.A), a IBRASA (Investimentos Brasileiros S.A). FIBASE (Financiamento de Insumos Básicos), o CCNAI (Centro de Coordenação dos Núcleos de Articulação da Indústria), e outros instrumentos utilizados pelo Governo, como o Programa BEFIEX (Benefícios Fiscais a Programas Especiais de Exportação) (SUZIGAN, 1978; TIRONI, 1979; LESSA, 1998; VERMULM, 1993; 1996).

O CDI, que concedia benefícios fiscais para importação e para o comprador de bens de capital nacional, a partir de 1974 começa a intermediar os acordos de participação nos investimentos (indústria nacional produtora de bens de capital, principalmente sob encomenda, o investidor - que requeria a importação de bens de capital - e o governo que acordavam entre si a participação dos equipamentos nacionais no total do investimento a ser realizado) (VERMULM, 1996). Por outro lado, com o programa BEFIEX, o Governo estimulava investimentos voltados para exportações de produtos industrializados. Dentre as ações de política industrial voltadas para a concessão de financiamento para investimentos, nesse período, destacam-se os créditos subsidiados concedidos pelo Banco do Brasil, pelo BNDE, pelo FINAME e o aporte de capital de risco pela ENBRAMEC (p.23), que visava evitar que as empresas mais débeis ficassem excessivamente dependentes de endividamento. Outro importante pilar da política industrial do II PND foi a criação, em 1974, dos Núcleos de Articulação com a Indústria (NAIs), que buscavam uma articulação mais íntima entre a política de compras das empresas estatais e a indústria nacional de bens de capital, visando

---

internacional e da estrutura da sociedade brasileiras, o que, portanto, podia ser tomado para extrapolações". (p.47).

sua capacitação tecnológica. Posteriormente os NAIs foram agrupados a uma Comissão Coordenadora (CCNAI) (LAPLANE; FERREIRA, 1985, p.91)<sup>52</sup>.

**As melhores condições de financiamento e a orientação das empresas estatais para que utilizassem suas compras como um mecanismo para geração e capacitação tecnológica da indústria de bens de capital nacional constituía um grande avanço da política industrial.** A criação dos NAIs fundava-se em preocupações legítimas, e constituía um instrumento moderno para o desenvolvimento tecnológico da indústria nacional.

Em março de 1977, mesmo o CDE reconhecendo que os esforços dos NAIs e da CCNAI eram importantes, admitia também que o instrumento não tinha alcançado os objetivos buscados quanto à articulação e cooperação das empresas estatais com os fornecedores nacionais de equipamentos. Na circunstância, o CDE propõe através de resolução a política de desenvolvimento tecnológico a partir da especialização produtiva<sup>53</sup>.

No II PND houve uma co-evolução de tecnologias, estruturas econômicas e instituições, sobretudo, através de explícita política industrial. “Mas a articulação de todo esse aparato institucional e respectivos instrumentos era precária” (SUZIGAN; FURTADO, 2006, p.170), uma vez que havia contradições aparentes entre os níveis de proteção tarifária e não-tarifária (controles administrativos) que protegem o produto nacional similar ao importado; proteção esta que é dissolvida mediante vários regimes de exceção setoriais e por tipo de atividade, bem como para as exportações (RESENDE; ANDERSON, 1999). É isso também que sugere a avaliação feita por Laplane e Ferreira (1985, p.91) da política setorial:

Apesar da crescente elevação dos índices de nacionalização dos pacotes de investimento, é certo que a articulação entre a política de compra das estatais e a indústria de bens de capital apresentou resultados aquém dos esperados, com uma certa incompressibilidade das importações, ao mesmo tempo em

<sup>52</sup> “Através dos NAIs, não só se garantia demanda para a empresa nacional, como também se atuava no sentido da empresa fornecedora do bem de capital se capacitar em termos tecnológicos, gerenciais, de garantir qualidade, etc. Em 1977, haviam 88 NAIs. É bem verdade que nem todos funcionaram adequadamente, mas não é desprezível a importância dos NAIs para a compreensão do desenvolvimento da indústria nacional de bens de capital na década de 70” (VERMULM, 1993, p.1993, p.07).

<sup>53</sup> Através da resolução n. 9 do CDE de 30/03/77 (DOU-31/03/77), “o CDI, o CONSIDER, a SUDENE, a SUDAN, a SUFRAMA e outros órgãos ou entidades com atribuições legais da mesma natureza, quando da análise e aprovação de projetos, deverão observar a orientação de evitar, de um lado o monopólio e, de outro lado, o excessivo número de empresas na mesma linha de produção, com vistas a uma relativa especialização. O objetivo será ter um adequado grau de competição no setor. Tal diretriz será observada também pelo BNDE, no apoio de participação em financiamento, e pela FINAME, no credenciamento de fornecedores, bem como pelas empresas governamentais setoriais compradoras, entre as quais se destacam a ELETROBRÁS, PETROBRÁS, TELEBRÁS, SIDERBRÁS, CVDR e Rede Ferroviária” (TIRONI, 1979, p.05, nota1). Segundo o autor, esta política de tecnologia se distingue fortemente das anteriores “no momento que vincula a questão tecnológica ao problema da estrutura do mercado, seja pelo lado da oferta, ao exigir a diminuição do número de fabricantes em cada linha, seja pelo lado da demanda, ao recomendar que as compras governamentais observem esse princípio” (p.15).



que houve uma redução do ritmo das inversões do sistema produtivo estatal a partir de meados de 1976.

Por outro lado, Laplane e Ferreira (1985, p.91) defendem que a “articulação da política de compras das empresas estatais com a indústria de bens de capital chocou-se com a orientação macroeconômica global da política econômica, bem como limitações estruturais da indústria”. Em primeiro lugar, os autores destacam o comprometimento do poder de autofinanciamento das empresas estatais a partir de 1975, devido à limitação dos reajustes de seus preços a 20% ao ano dentro da estratégia de combate a inflação. O direcionamento dessas empresas para recorrerem a empréstimos externos “implicaram a importação de bens de capital com similar nacional”. Em segundo lugar, “a deficiência das empresas nacionais de engenharia de projeto foi outro fator limitante. A contratação de empresas estrangeiras condicionava fortemente a opção por bens de capital importados” (p.92).

É nesse aspecto que o quadro de contradições entre as políticas aparece. Apesar da maior convergência entre a política científica e tecnológica e a industrial, segundo diretrizes respectivamente do II Plano Brasileiro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (II PBDCT) e do II PND, as contradições aparecem agora entre estas, de um lado, e a política econômica interna de outro.

Ao invés das contradições observadas durante o período Delfim Netto (1967/73) entre a orientação da política de ciência e tecnologia, de um lado, e da política industrial e da política econômica mais geral, de outro, caberia identificar agora as divergências entre a política industrial e a política de ciência e tecnologia, de um lado e a política econômica global, de outro. (GUIMARÃES; ARAUJO JR.; ERBER, 1985, p.59).

No triênio entre 1974-76, o desequilíbrio externo foi gerado por elevado déficit comercial, principalmente bens de capital e petróleo, devido aos ajustes e a recessão nas principais economias industrializadas, menor dinamismo do comércio comercial e a quadruplicação dos preços do petróleo. Como também destaca Cruz (1983, p.66), a manutenção de altas taxas de crescimento, dados os coeficientes de importação de bens de capital e intermediários e a elevação de seus preços no mercado internacional, contribuíram significativamente para a manutenção do patamar elevado das importações brasileiras realizadas no período. O desequilíbrio também é exacerbado pelo impacto que o custo da dívida exerce sobre a conta financeira do balanço de pagamentos: os juros vendidos no triênio

somaram US\$ 4 bilhões, 300% superior à média do período entre 1969-73, significando aproximadamente 30% dos recursos externos tomados por empréstimo (p.67). A

impulsão da dívida externa brasileira responde, dados o padrão de crescimento, as elevadas taxas de crescimento e a política economia triunfalista de “Brasil-potência” associada ao II PND, que rebate tanto pelo lado do comércio de mercadorias e dos serviços produtivos como pelo lado do custo da dívida que começa a operar como auto-alimentador dos desequilíbrios globais do setor externo. (CRUZ, 1983, p.66).

O crescimento do endividamento externo em termos líquidos no governo Geisel mostrou-se explosivo, em parte devido a uma dinâmica estritamente financeira. O Estado, como principal tomador de recursos externos, especialmente através de suas empresas, no fim do período realizou a “soldagem da dívida externa com a dívida interna pública e desta com a inflação” (ERBER; VERMULM, 1993, p.13). Para evitar a expansão monetária advinda da entrada de divisas, o governo utilizava as operações de mercado aberto e, para colocar seus títulos no mercado, mantinha altas taxas de juros, que serviam de referência para o mercado financeiro. “Com isso, elevavam-se os custos financeiros das empresas que, repassando-os aos preços finais, agravavam a inflação e, ao mesmo tempo, eram estimuladas a buscar fontes externas de financiamento, dando um caráter eminentemente cumulativo ao processo” (p.13). O estímulo à captação privada de recursos externos é realizado, sobretudo, “via políticas cambial e monetária, que garantem um diferencial no custo do dinheiro para os tomadores domésticos, especialmente para as operações de captação direta via Lei no. 4.131”. Em 1977 é instituído “um mecanismo de proteção contra perdas de capital decorrentes de eventuais modificações na política cambial (Res. 432)”. (CRUZ, 1983, p.69).

“A partir de meados do governo Geisel, agudizava-se o conflito entre as faces desenvolvimentista e estabilizadora do Estado, centrado sobre o padrão de financiamento da economia, cujos problemas foram progressivamente sendo absorvidos pelo próprio Estado” (ERBER; VERMULM, 1993, p.15). Para a vertente desenvolvimentista, de um lado, o endividamento externo permitia o financiamento de investimentos locais, mas, por outro restringia pelo serviço da dívida a capacidade de gasto do Estado, e “desviava investimentos privados para aplicações financeiras dotadas de alta liquidez e rentabilidade e baixo risco” (p.14). Já as políticas de caráter ortodoxo da vertente estabilizadora, com taxas de juros elevadas e taxa de câmbio sobrevalorizada, eram condizentes com os propósitos de conter a

demanda, mas “contradiziam os objetivos de reduzir os gastos públicos, onerados pelo serviço da dívida”, bem como não criavam incentivos para o aumento das exportações.

A vulnerabilidade externa do padrão de financiamento foi colocada à prova pelos efeitos diretos e indiretos da triplicação dos preços do petróleo em 1979 e o aumento das taxas de juros internacionais. A resposta do então Ministro da Fazenda Delfim Netto, identificando as exportações como solução dos problemas externos da balança comercial, privilegiou a adoção da máxi desvalorização cambial da ordem de 30%, e descuidou do ajustamento externo com a recessão e o aumento dos juros dos países industrializados. “Visando a conter a inflação, o governo reduzia seus gastos, notadamente investimentos, eliminava subsídios e restringia o crédito para o setor privado, exceto para a agricultura e para as exportações” (ERBER; VERMULM, 1993, p.16). Entre outras medidas de dezembro de 1979 implementadas destacam-se “a extinção do depósito prévio, o relaxamento dos critérios de similaridade, o início do dismantelamento do mecanismo dos juros subsidiados e a desvalorização cambial” (CASTRO, 1985, p.51), bem como no início de 1980 “a prefixação da correção monetária e da desvalorização que iria se revelar irrealista, corroendo assim o efeito da máxi do anto anterior” (ERBER; VERMULM, 1993, p16). O choque inflacionário e outras consequências negativas da máxi desvalorização levaram ao agravamento da situação externa, com a dilapidação das reservas e o crescimento explosivo da dívida pública de curto prazo (BATISTA JR., 1983, p.22-23 *apud* CASTRO, 1985, p.51). Em outra oportunidade, Castro (1992, p.20) reafirma sua convicção para o erro da política econômica: “frente a condições particularmente adversas (1979-1980), o governo do Brasil, absurdamente, permitiu-se a aventura de uma reaceleração, logo a seguir abortada, do crescimento”.

Nos anos 80, a indústria brasileira de bens de capital perde o dinamismo que logrou na década anterior. Já no fim da década de 1970 ocorre a reversão das condições de financiamento internacional dos déficits do balanço de pagamentos brasileiro. Do início da “década perdida” até 1984, a economia brasileira realizou esforços significativos de obtenção de superávits comerciais para fazer face ao serviço da dívida externa “herdada” do II PND, cujas remessas corresponderam a US\$ 50 bilhões no período entre 1979-84, sem que a dívida tenha diminuído – ela, aliás, cresceu 80% no período (ERBER; VERMULM, 1993, p.17). Esses superávits foram conseguidos a partir de 1981 com fortes políticas ortodoxas de contenção da demanda agregada, maturação dos investimentos do II PND, nova máxidesvalorização cambial em 1983 e depressão dos termos de troca da economia brasileira. Dentre outras razões, a crise da década de 80 decorre do decréscimo sistemático das inversões

do setor produtivo estatal, a insustentabilidade do gasto público e grande diminuição dos investimentos privados (CARNEIRO, 2002, p.147).

A política econômica recessiva adotada pelo governo brasileiro no início da década de 1980 traduziu-se em uma reversão das tendências de expansão da indústria de bens de capital, principalmente como resultado de: “a) paralisação ou cancelamento de projetos de investimento das empresas estatais; b) redução, em termos reais, dos financiamentos para a comercialização de bens de capital, concedidos pela FINAME; e c) os atrasos crescentes nos pagamentos das empresas estatais aos fornecedores de bens de capital”. (LAPLANE; FERREIRA, 1985, p.34).

A capacidade de regulação e intervenção do Estado para viabilizar investimentos viria a ser paulatinamente desmontada nas décadas de 1980 e 1990, cada uma com por razões diversas. Conforme Suzigan e Furtado (2010, p.20), chega a ser

evidente que parte dos insucessos se deve à instabilidade macroeconômica típica do período pós-1980, mas tem a ver também com o que poderíamos chamar de “destruição não criadora” de instituições. Desde 1980 até o final dos anos 1990, muitas das principais instituições de política industrial e de ciência e tecnologia sofreram um contínuo processo de esvaziamento, com perda de recursos e de pessoal técnico e desvirtuamento de funções.

A partir de 1981, o ritmo do investimento de capital fixo produtivo é nitidamente inferior ao do período de 1950-80. A economia perde sua trajetória de crescimento e entra em longo período de dificuldades macroeconômicas e estruturais. O contexto macroeconômico, institucional e o ambiente de incerteza predominante na economia brasileira na década de 80 não favoreceram a formação de expectativas de longo prazo que sancionassem planos de investimentos. A ruptura e fragilidade do padrão de financiamento da dívida pública interna e externa do Estado, o descontrole monetário e das finanças públicas, a instabilidade econômica e o crescimento das taxas de inflação foram acompanhados pela adoção de estratégias defensivas por parte dos agentes econômicos, com a proliferação de instrumentos financeiros indexados com ampla liquidez (quase-moeda) conhecidos como *overnight*. (CARNEIRO, 2002; ERBER; VERMULM, 1993; MIRANDA, 1996).

Na ausência de financiamento externo, a inoperância do ajuste fiscal e a liquidez dos agentes privados puseram o mercado financeiro interno como alternativa de financiamento para o Estado. O endividamento público através da emissão de títulos com correção monetária ou cambial, que buscavam as operações de “*overnight*” dos agentes privados líquidos no mercado financeiro, era usado para a aquisição de divisas que estavam nas mãos dos

exportadores para refinar a dívida e para o financiamento dos déficits anuais. Mantidas as taxas de juros elevadas e ao dar opção de indexação cambial, estes títulos se transformaram em moeda indexada, objetivo que transformara a política monetária em endógena e passiva, pois alimentava as expectativas e pressões inflacionárias provenientes das desvalorizações nominais da moeda. (MIRANDA, 1996, p.169-170).

Katz (2005) sugere também um contexto e um período mais amplo para explicar a crise que as empresas industriais dos principais países latino-americanos mergulharam. Na década de 1980, o setor industrial, especialmente o da Argentina, Brasil e México, foi fortemente afetado pela turbulência e desequilíbrio macroeconômicos desencadeados pela crise da dívida externa e pelas políticas de estabilização macroeconômicas deficientemente elaboradas e implementadas.

O fato de essa má administração macroeconômica não ser levada em consideração ao se julgar os resultados do período de substituição de importações na América Latina induziu muitos economistas a acreditar que era essa estratégia de industrialização *per se* que estava errada. Não há dúvidas de que o setor industrial desenvolvido no período de substituição de importações apresentava grandes fragilidades, mas muitas das dificuldades enfrentadas pelas empresas argentinas, brasileiras e mexicanas na década de 1980 (e que continuam a enfrentar até hoje) tiveram origem em circunstâncias que estavam, e estão, completamente fora da esfera imediata de sua responsabilidade. Segundo nosso ponto de vista, políticas macroeconômicas imprudentes e a fragilidade das instituições subjacentes ao relacionamento entre os governos e o setor produtivo são os fatores que explicam uma parte significativa do sub-desempenho em longo prazo da produção industrial na América Latina. (KATZ, 2005, p.427).

Ademais as empresas não contavam com financiamento adequado em termos de prazo e juros, e não tinham um horizonte de planejamento compatível com a evolução do mercado interno. Paradoxalmente, os agentes sabiam que necessitavam realizar grandes investimentos voltados para a reestruturação competitiva. O novo paradigma tecnológico acelerava a obsolescência do capital instalado e corroía a competitividade industrial. Em um contexto de proteção ao mercado interno, a baixa tradição de esforço inovativo em P&D das empresas brasileiras e a concentração das inovações tecnológicas das empresas transnacionais - que reverteram as estratégias de expansão no Brasil na década de 1980 -, reduziram a importância das novas oportunidades tecnológicas como indutoras dos processos de reestruturação industrial. A consequência foi o estabelecimento de um círculo vicioso, onde

os desequilíbrios macroeconômicos e as condutas microeconômicas defensivas se retroalimentavam (MIRANDA, 1996; FANELLI; FRENKEL, 1996).

#### 4.3 Crescimento, Trajetória e Especialização do Setor de Máquinas-Ferramenta

A taxa anual média do crescimento do PIB entre 1957-1962 foi de 8,8%, enquanto a indústria de transformação cresceu a taxa média de 10,8%. A taxa de investimento em máquinas e equipamentos entre 1957-62 continuou nos mesmos patamares médios de 1948-1956, correspondendo a 35% de uma FBCF correspondente a 20% do PIB. A indústria de MF no Brasil aumentou a produção de 4.478 unidades em 1955 para 15.517 em 1961, que indica uma taxa média de crescimento de 23% ao ano.

A Tabela 3 mostra a produção doméstica, importação e exportação de MF entre 1955 e 1971. De 1956 a 1961, a produção da indústria de MF no Brasil aumentou significativamente, dobrando entre 1955-1959 – quando passou de 4.478 em 1955 para 8.812 unidades em 1959, crescimento médio de aproximadamente 20% ao ano. A produção praticamente dobrou novamente entre 1959 e 1961, portanto em dois anos, quando se passou a produzir 15.517 unidades, com taxa de crescimento média de cerca de 40% ao ano. Entretanto, em 1959, as importações corresponderam a 10.954 unidades, aproximadamente 55% do consumo aparente interno em unidades e 75% do consumo aparente em peso. A grande importação de MF em 1959 e a queda dessas importações em 1960-61 à metade daquele ano podem ser uma indicação de que uma proporção dessas máquinas importadas em 1959 foram direcionadas para o aumento da capacidade produtiva do próprio segmento de MF, elevando rapidamente a quantidade de máquinas produzidas<sup>54</sup>. Em 1959, o setor participava com 11,6% da produção e 18,6% do emprego da indústria de bens de capital. Em 1961 existiam 114 produtores de MF no Brasil, sendo três subsidiárias de empresas estrangeiras (BONELLI; FAÇANHA, 1978; VERSIANI; BASTOS, 1982). Uma dessas empresas estrangeiras era a Traub, “que instalou-se no país para a produção de máquinas-ferramenta relativamente sofisticadas como os tornos automáticos e, gradualmente, foi nacionalizando sua produção”. (CRUZ, 1985, p.51).

---

<sup>54</sup> Uma proporção das MF importadas possivelmente atendeu a necessidade da indústria automobilística para nacionalizar partes e componentes dos automóveis segundo acordado no GEIA.

**Tabela 3 – Produção, Importação e Exportação de MF no Brasil – 1955-1971**

Ano	Produção doméstica		Importações		Exportações	
	Unidades	Ton.	Unidades	Ton.	Unidades	Ton.
1955	4.478	5.085,6	2.378	6.046,0	-	-
1956	7.209	7.231,1	2.461	6.195,0	36	29,1
1957	6.626	6.598,8	4.550	10.889,0	5	5,6
1958	8.567	6.398,7	6.195	15.575,5	3	2,7
1959	8.812	9.006,8	10.954	27.423,0	5	4,9
1960	11.245	10.856,2	7.410	18.560,0	18	12,9
1961	15.517	13.249,9	5.604	16.722,3	38	32
1962	14.338	13.885,0	4.613	16.143,8	120	185,7
1963	13.302	13.296,4	2.573	9.797,6	314	469,0
1964	13.872	13.040,5	1.299	4.137,6	472	650,4
1965	11.651	11.835,9	1.294	4.758,0	1.106	1.213,4
1966	13.689	15.959,7	1.680	7.894,8	1.223	1.311,1
1967	12.107	13.102,1	2.014	9.220,0	1.424	1.370,8
1968	15.167	15.218,0	3.148	12.596,6	1.742	1.393,7
1969	13.878	15.010,2	3.148	10.153,8	3.101	1.901,0
1970	15.312	15.369,7	3.071	8.457,7	4.028	2.639,0
1971	17.289	22.424,3	4.048	15.214,3	3.153	2.578,0

Fonte: IPEA, Vidossich, 1974, p.22-35.

Destaca-se nesse período a crescente diversificação da oferta local de MF seriadas e sob encomenda. Não obstante, as empresas produtoras desses bens concentraram-se em produtos mais simples, deixando os mais pesados e/ou mais especializados por conta das importações. Versiani e Bastos (1982, p.25) notam que a expansão do segmento de MF foi mais quantitativa do que qualitativa em resposta ao aumento da procura: a indústria de MF domésticas não mudou o conteúdo tecnológico dos seus produtos nesse período. Como explica Vidossich (1974),

Os ramos industriais que então se implantam, caracterizados pelo emprego de tecnologia mais avançada, requeriam elevado nível tecnológico das máquinas básicas a serem utilizadas. A incapacidade da oferta interna em atender a esta fração sofisticada da demanda deslocava a procura para o mercado externo. Acentuou-se assim o desnível tecnológico entre a demanda e a oferta interna de máquinas-ferramenta. Por outro lado, instalaram-se no período pequenas e médias indústrias mecânicas (basicamente, de reparos e manutenção de outros setores), pouco intensivas em capital, cujas exigências quanto a qualidade e produtividade podiam ser atendidas pela oferta interna. Essas pequenas e médias empresas explicam, em parte, o rápido crescimento do setor no período 1956/61, apesar dos modestos padrões tecnológicos

prevalecentes. Assim, a oferta nacional limitou-se quase que exclusivamente à produção de máquinas universais de menor complexidade e modesta qualidade em relações aos padrões internacionais, **com exceção daquelas produzidas pelos fabricantes melhor equipados**. (grifo nosso, p.09).

Na década de 60, a produção interna de MF oscilou entre 16.000 e 11.000 unidades, com média anual de importações de 3.268 unidades, conforme Tabela 3. As exportações, que em 1961 corresponderam a 38 unidades, atingiram a marca de 1.106 em 1965 e 4.028 em 1970, correspondendo acerca de 26% do total de MF produzidas, e aproximadamente, a 13% do valor da produção nacional daquele ano, o que mostra exportações de modelos de MF mais simples.

Na década de 1960, o setor de MF se concentrou e centralizou, o tamanho médio das firmas cresceu, o número destas diminuiu e a participação das subsidiárias estrangeiras aumentou (TAUILE, 1985). Segundo Cruz (1985, p.72), em 1960 havia 90 empresas no setor de MF, das quais oito ocupavam mais de 100 pessoas e representavam 55,4% do pessoal empregado, sendo que as duas maiores (Romi e Nardini) respondiam em conjunto por 33,4% do pessoal empregado total. O número de emprego médio por empresas passou de 53,1 em 1961 para 109,0 em 1971. Neste ano havia 18 empresas com mais de 100 empregados, enquanto o total de empregos no setor passou de 4.780 em 1961 para 6.646 em 1971.

Em 1971, das 68 empresas pesquisadas pelo IPEA, 24 exportaram. A maior parte das exportações destinou-se a países em desenvolvimento da América Latina, e constituía-se de cerca de 60% de torno paralelo convencional. A razão peso/unidade dessas máquinas exportadas foi, porém, muito desfavorável em relação às importadas: aproximadamente 0,8 t. à unidade exportada contra 3,7 t. a importada (VIDOSSICH, 1974, p.34). Já em 1968, de 83 empresas do setor, apenas 24 tinham produção total atendendo a todas as exigências das normas internacionais (p.33;48). “Aliada à diversificação da oferta, encontra-se a reduzida variedade de tipos e modelos, além da multiplicidade de fabricantes que produzem máquinas idênticas ou muito semelhantes, tanto em técnica como em qualidade”. (p.49).

A partir de 1966, com a volta dos investimentos privados, a produção doméstica de MF mostra sinais de crescimento, como também as importações e exportações. Em 1971 a tabela registra que foram produzidas aproximadamente 17.200 unidades, 60% a mais que em 1965. Também se destaca a produção de modelos maiores de MF em 1971. A política industrial após o ano de 1966, que possibilitava a importação de partes e componentes complementares e dava incentivos à exportação e à manutenção da política de reserva de



mercado, foram fundamentais para a atração de empresas estrangeiras no segmento de MF, quer em associação ou não com produtores brasileiros.

Dentre os principais motivos para o interesse das empresas estrangeiras em instalar filiais e/ou associadas no Brasil, Magalhães (1976, p.17 *apud* Tauile, 1985, p.686) ressalta:

i) possibilidades oferecidas pelo mercado brasileiro e dos outros países da ALALC; ii) estabilidade política; iii) salários menores; iv) necessidades de expansão das empresas estrangeiras; e v) incentivos governamentais. Atualmente podemos pensar no segmento formado por três faixas distintas de produtores: i) empresas nacionais pequenas e médias, cuja produção, por ser menos sofisticada, se destina [...] aos setores menos dinâmicos da economia; ii) empresas nacionais grandes e médias que produzem máquinas sofisticadas e em grande variedade, que se destinam aos setores mais dinâmicos; iii) empresas estrangeiras que, dadas as suas características e as suas vinculações, dirigem sua produção para os setores de ponta.

Em 1975, dentre aproximadamente 86 empresas que compunham o setor, 23 eram de propriedade do capital estrangeiro, sendo 19 alemãs, quatro italianas, uma japonesa e uma norte-americana (MAGALHÃES, 1976 *apud* TAUILE, 1985, p.685). Segundo Versiani e Bastos (1982, p.28), numa lista de 96 membros da Associação dos Produtores de Máquinas-Ferramenta de São Paulo, nove empresas eram controladas por estrangeiros, enquanto cinco delas tinham sido instaladas após 1968. As primeiras MFCN alojadas no Brasil datam do final dos anos 1960, e estima-se que somavam 550 unidades em 1980 (TAUILE, 1985). A Romi, a empresa nacional líder no segmento, lançou uma MFCN em 1972 com unidade de CN importada vários anos antes das multinacionais instaladas no Brasil. (CRUZ, 1985).

As indústrias automobilística e de bens de capital, como outros setores da eletrometal-mecânica, foram os maiores usuários de MF. No caso de máquinas pouco sofisticadas, a demanda foi atendida basicamente pela produção nacional. Em sua análise sobre a “variedade tecnológica” de MF encontrada na economia - como a porcentagem de variedade de MF produzidas e utilizadas no país em relação ao universo de variedades que constitui a oferta internacional -, Vidossich (1974, p.59-60) ressalta o papel das importações de MF para atendimento da procura de tecnologia pela indústria nacional e o hiato tecnológico do parque nacional de MF em 1971

**mesmo quando referido ao grau de desenvolvimento dos setores que as utilizam. De fato, como foi acentuado, do universo de tipos e modelos que constituem a oferta mundial de máquinas-ferramenta, apenas uma parcela é requerida pela indústria metalomecânica nacional; contudo, nem**

**mesmo essa parcela tem sido atendida pelos fabricantes nacionais [...]. As importações têm desempenhado excelente papel no sentido de permitir, aos setores utilizadores de máquinas-ferramenta, a incorporação de tecnologia que os fabricantes nacionais não estão aptos a fornecer (grifo nosso).**

Já a amostra das cinco empresas produtoras de MF estudadas por Cruz (1985), entre as quais destacava as empresas Romi, Nardini e Traub, o permitiu afirmar que até o final da década de 1970 o setor cresceu e apresentava maior especialização e capacitação tecnológica. “Destaca-se o papel da indústria automobilística implantada no Brasil a partir do final da década de 1950 como fator que estimulou sua expansão e crescente sofisticação tecnológica” (p.71), [...] e que “a especialização das firmas entre tipos de produtos foi reforçada com a instalação das firmas multinacionais, que se dirigiam aos segmentos mais sofisticados do mercado, onde concorrem principalmente com a Romi e a Nardini”. (p.73).

Cruz (1985, p.73-74) observa, quando da instalação das novas plantas dessas duas empresas, que o setor iniciou com duas firmas relativamente grandes dentro de um ambiente tecnológico pouco desenvolvido, que, na ausência de fornecedores etc., aumentava o grau de integração vertical. Porém, a organização em multiplantas lhes permitiram a especialização dos processos produtivos e busca de maiores economias de escala. Ademais, Cruz afirma o comportamento tecnológico bastante inovativo e a grande sofisticação tecnológica dessas empresas (Romi, Nardini e Traub).

Apesar da aparente contradição entre as constatações de Vidossich e de Cruz, ambos estão corretos, destacando facetas distintas do setor. “Apesar da evolução do setor identificada por Cruz, o hiato ainda era grande entre o nível técnico das máquinas nacionais comparado com o de outras produzidas em países mais desenvolvidos” (ERBER; VERMULM, 1993, p.172). Quanto às importações mais avançadas tecnologicamente, atribuem tal fato ao movimento contraditório característico do processo de substituição de importações. “Isto é, parte da demanda dessas máquinas mais sofisticadas é atendida por importações; e o valor das importações aumenta com o crescimento econômico interno, apesar de ter reduzido o coeficiente de importação” (p.173). Ou seja, o grau de complexidade das importações aumenta, conforme também ressaltado por Rosenberg (2006).

Entre os níveis de sofisticação de tecnologias incorporadas no que tange à oferta nacional e estrangeira e à procura de MF (o mercado internacional de MF, oferta interna, demanda interna, oferta das empresas nacionais e oferta de subsidiárias estrangeiras), coexistiam dois hiatos tecnológicos: primeiro, um hiato entre a tecnologia empregada

internamente no país em relação às últimas inovações mundiais (MF/CN); e segundo, um hiato tecnológico relativo correspondente ao desnível entre demanda interna e oferta interna de tecnologia. Tauile (1985, p.683) explica que era grande a defasagem temporal entre a mudança na estrutura da demanda e da capacidade tecnológica da oferta de MF, pois “usuários e produtores interagem no Brasil num mercado que é internacionalizado por meio de importações, da produção local feita por subsidiárias de empresas estrangeiras e até pelos padrões de produção internacionais adotados pelos usuários locais”.

Embora já no final da década de 1950 haja registros de empresas estrangeiras no setor de MF, foi especialmente após 1968 que elas se dirigiram para setores mais intensivos em tecnologia, com o crescimento da indústria automobilística e de autopeças. “A grande expansão do mercado de máquinas-ferramenta e a entrada de novas empresas estrangeiras viabilizaram o progresso técnico no setor e, durante os anos 70, o hiato tecnológico de produto se reduz, inclusive nas empresas líderes nacionais que recorreram a licenciamentos no exterior” (ERBER; VERMULM, 1993, p.174).

Do ponto de vista da indústria de MF, sua trajetória de crescimento e de aprendizagem tecnológica e a entrada de novas empresas estrangeiras com elevado padrão técnico na década de 1970, possibilitaram a redução significativa do hiato tecnológico de produto, a partir de inovações incrementais de máquinas convencionais. Todavia, o desenvolvimento próprio contínuo e as inovações incrementais em produto não eram suficientes quando se tratava de máquinas tecnologicamente mais complexas. Para a produção de máquinas mais sofisticadas, a orientação da estratégia tecnológica foi o licenciamento. “Mas as empresas se encontravam mais capacitadas para fazer a escolha do licenciamento, receber assistência técnica e já dispunham de mão-de-obra treinada”. (p.176).

As empresas nacionais tinham uma longa trajetória no segmento: primeiramente, através das capacidades de projetar e fabricar dos seus fundadores, em geral imigrantes, através da cópia e adaptações por atividades de engenharia reversa desde a segunda metade década de 1930 até 1956, e treinaram seu pessoal. Num segundo momento, na década de 1960, as empresas começaram a contratar engenheiros, e as que possuíam estratégias tecnológicas de liderança constituíram seus departamentos de P&D formal na década de 1970, sistematizado e institucionalizando suas atividades inovativas. Conforme Erber e Vermulm (1993, p.246), “no entanto, mesmo estas tendiam a recorrer ao licenciamento externo para projeto de bens mais complexos, embora dominassem as técnicas produtivas”, ou seja, possuíam *know-how* aprendidos via, principalmente, o *learning-by-doing* e *learning-by-using*.

Para Cruz (1993), a capacitação tecnológica do setor de MF

seguiu o modelo do *learning by doing* (Cruz, 1983), bem-sucedido até o final da década de 70, na medida em que constituía uma forma de domínio da tecnologia compatível com o processo de substituição de importações. A proteção do mercado doméstico aliada ao elevado ritmo de crescimento da economia proporcionava uma demanda doméstica em rápida expansão.

Apenas no período do II PND as empresas de MF receberam incentivos e financiamentos do governo para expansão de capacidade produtiva. Em todo o período anterior, o crescimento das firmas deu-se pela acumulação de lucros próprios e/ou empréstimos de terceiros. (CRUZ, 1985).

Algumas empresas nacionais com maior capacitação tecnológica entraram na produção de MF com controle numérico na década de 1970. A primeira foi produzida pelas Indústrias Romi S.A em 1972, adaptada de uma máquina convencional. Segundo Laplane e Ferreira (1985, p.116) em 1979 “três empresas nacionais (Romi, Nardini e Italbrás) e quatro estrangeiras (Wotan, Index, Heller e Traub) produziam MFCN”. Utilizando dados da Sobracon, Laplane (1990 *apud* ERBER; VERMULM, 1993, p.176) afirma que até 1979 foram produzidas 110 MFCN e importadas outras 274. Estes dados são basicamente iguais os apresentados por Tauile (1985): em 1980 o estoque de MF com controle numérico da indústria de transformação brasileira, especialmente no setor de bens de capital era de 550 máquinas, das quais aproximadamente 23% produzidas no Brasil. Segundo Erber e Vermulm (1993), embora a baixa significância da produção nacional, esta significou um importante aprendizado para o setor: “o emprego da eletrônica nas máquinas-ferramenta significou um grande salto tecnológico e o Brasil entrou nesta fase defasado cerca de 10 anos em relação ao aparecimento dessas máquinas em nível mundial.” (p.176). Em 1981, havia 98 empresas no setor que ocupavam 10.832 pessoas, sendo que sete empresas ocupavam mais de 500 funcionários (CRUZ, 1985). Segundo Cruz (1993, p.31) o

setor de máquinas-ferramenta do Brasil apresentou desempenho satisfatório no período de 1960 a 1980, com expressivo crescimento da produção e avanço tecnológico significativo. Consolidou-se, neste período, certo nível de competência, principalmente nas atividades eletromecânicas. Algumas empresas atingiram escalas de produção elevadas, principalmente em relação ao mercado interno, e o capital estrangeiro estabeleceu-se firmemente em segmentos de tecnologia sofisticada. No final da década de 70 e início dos anos 80, o setor apresentava maior dinamismo, inclusive em relação ao mercado externo, tendo alcançado o coeficiente de exportação de 17,4%.

O crescimento do setor de MF no período do milagre foi prolongado pelos investimentos do II PND, dado as relações interindustriais específicas do segmento, especialmente da produção seriada. A Tabela 4 mostra indicadores de produção e emprego do setor de MF entre 1979 e 1992, tendo a média do ano de 1972 como base. Entre 1972 e 1979, o índice de produção industrial cresceu 271%, enquanto o de emprego foi de 200%, o que sugere crescimento da produtividade. Não obstante, o setor ainda era voltado basicamente para o mercado interno, e sua competitividade externa era muito baixa. Enquanto o mercado cresceu aceleradamente na década de 1970, acompanhado pela produção de máquinas mais complexas, foi abastecido por importações de máquinas mais sofisticadas. Já as exportações brasileiras continuavam se dirigindo ao mercado da América Latina, principalmente para o México, Argentina, Peru, Uruguai e Chile (ARAÚJO JR. *et alii*, 1992, p.93), constituindo-se de máquinas convencionais, onde a concorrência é fundamentalmente em função do preço. “O setor não teria preços competitivos internacionalmente como decorrência dos elevados valores das peças e componentes comprados de fornecedores, da falta de escala, do baixo nível de produtividade das empresas e excessiva verticalização produtiva” (ERBER; VERMULM, 1993, p.177).

**Tabela 4 - Indicadores de Produção e Emprego no Setor de Máquinas-Ferramenta no Brasil - 1978-1992 (Números índices: média 1972 = 100)**

Anos	Emprego total	Produção industrial
1979	199,8	270,8
1980	209,0	285,9
1981	191,6	248,3
1982	139,6	175,1
1983	106,5	135,7
1984	110,6	150,6
1985	149,4	213,0
1986	186,8	261,2
1987	211,0	296,7
1988	208,4	297,0
1989	173,9	243,9
1990	147,9	206,1
1991	116,0	181,1
1992	90,8	146,4

Fonte: ABIMAQ-SINDIMAQ. Indústria Brasileira de Bens de Produção Mecânicos. Indicadores Conjunturais, vários números *apud* Cruz, (1993, p.31).

Portanto, a partir do marco regulatório do período do ISI, incentivou-se a entrada de empresas estrangeiras na indústria de MF (que vieram atraídas pela internacionalização dos seus clientes para o país), e de outro, induziu-se a entrada no setor de pequenas e médias empresas com excessiva diversificação e baixa economia de escala associada à fragmentação da produção. As baixas barreiras à entrada e a pulverização dos investimentos contribuíram para a expansão horizontal do setor de MF (e também do setor de bens de capital), reduzindo os ganhos de escala, ausência de especialização e dificultando a incorporação de novas tecnologias.

No início da década de 1980, todas as “fases” do modelo do processo de industrialização por substituições de importações de natureza tecnológica cada vez mais complexa (bens de consumo não-duráveis, bens de consumo duráveis, intermediários e bens de capital) tinham sido completadas. O Brasil apresentava uma indústria de bens de capital bem diversificada e sofisticada, porém pouco competitiva em termos internacionais, em decorrência da verticalização excessiva e insuficientes escala de produção em alguns segmentos. **O subsetor de MF se destacava como o mais competitivo, pelo menos no que tange às empresas que possuíam uma história de aprendizados produtivos e tecnológicos e que buscaram ampliar seus conhecimentos para acompanhar a mudança radical da trajetória tecnológica do setor.**

Com a crise econômica e a incerteza generalizada a partir de 1982, os agentes econômicos se mantiveram na defensiva, e exigiam taxas de juros que impediam decisões de investimento de mais longo prazo. O ajuste das empresas industriais na década de 1980 foi em direção à reestruturação patrimonial (MIRANDA, 1996). A diminuição dos investimentos público e privado afetou a indústria brasileira como um todo, o setor de bens de capital e, especificamente o setor de MF, como mostra as informações da Tabela 4.

Na década de 1980, a saída para o mercado externo como alternativa à crise no mercado interno revelou-se difícil, dada a coincidência da crise do setor em âmbito internacional, principalmente nas economias latino-americanas importadoras de MF do Brasil, e as limitações estruturais do próprio setor. Estes fatores dificultaram ainda mais o desenvolvimento tecnológico, econômicas de escala, especialização produtiva e preços competitivos de empresas produtoras equipamentos de automação industrial de base microeletrônica, conforme objetivo da Política Nacional de Informática, e da política tecnológica específica para induzir o desenvolvimento dessa indústria nascente no Brasil<sup>55</sup>.

---

<sup>55</sup> “Como a trajetória da economia brasileira é marcada por fortes oscilações, a produção de bens de capital aconteceu em circunstâncias não muito favoráveis, sob o ponto de vista da estabilidade da demanda. Dessa

Conforme Erber e Vermulm (1993, p.18), “a brutal contração do mercado interno, em parte responsável pelo surto exportador, havia abortado a constituição de um mercado de massas e a deterioração do Estado havia quebrado o processo de constituição de um sistema de inovações”. Apesar disso, havia espaço para a ampliação da produção de máquinas a comando numérico a fim de atender a necessidade de modernização de seus usuários, principalmente a própria indústria de bens de capital. “Ou seja, a produção de máquinas a comando numérico se mostrou uma alternativa à crise para algumas empresas que haviam se adiantado nessa linha de produção, reforçando a heterogeneidade já existente no setor” (p.182).

Mesmo na crise, as informações históricas registram que as empresas líderes que buscavam entrar na nova trajetória tecnológica do setor aumentaram os investimentos em P&D em relação à receita líquida de vendas. A crise e a evolução tecnológica de um número reduzido de firmas também configuraram um quadro de aumento da heterogeneidade tecnológica no setor de MF na década de 1980.

Particularmente, no início da década de 1980 o “perfil tecnológico” da indústria brasileira, e especialmente do setor de MF, era bem peculiar, uma vez que apenas uma empresa fabricante de MF tinha gastado cerca de 80% do gasto em tecnologia do setor:

Em primeiro lugar, os gastos com tecnologia (pesquisa e desenvolvimento, royalties e assistência técnica) do setor industrial são irrisórios: em 1982, por exemplo, foram gastos US\$ 233,3 milhões, que representam, na média, 0,15% da receita líquida total do setor industrial (Braga, 1996) [...] embora representem somente um painel de empresas (responsáveis por 85,4% da receita líquida total do setor industrial em 1982), o esforço tecnológico ainda é modesto, porque estes gastos representam apenas 1/10, em relação à receita líquida, dos gastos de países como Japão, Alemanha ou Estados Unidos [...] Em segundo lugar, pode-se observar uma elevada concentração de despesas em poucos gêneros (dois dígitos) e, dentro destes, em poucas indústrias (quatro dígitos) e, nelas, em poucas empresas. Em 1982, somente quatro gêneros foram responsáveis por mais de 2/3 da despesa total, ou seja, material de transporte (24%), material elétrico e de comunicações (18%), metalurgia (14%) e mecânica (12,3%). **Em certas indústrias (quatro dígitos), a situação, em 1982, é exemplar: apenas uma empresa foi**

---

forma, em períodos de prosperidade a produção de bens de capital deve responder prontamente, sem que tenha tempo suficiente para estruturar melhor ou reestruturar a produção e sua própria capacidade produtiva, dependendo, assim, do acesso a tecnologias desenvolvidas no exterior. Em períodos de depressão, a instabilidade sofrida por bens de capital é maior e não se dispõe de condições de manutenção da trajetória anterior, no sentido de avançar a sua capacitação técnica, sendo comum a desestruturação da sua competência técnica. Se, entre essas oscilações, não ocorrer mudança no paradigma tecnológico prevalecente no setor, as suas empresas conseguem, na retomada do mercado, recompor a sua capacitação tecnológica, inclusive com o recurso a licenciamentos de tecnologia no exterior. Contudo, se houver mudança de paradigma, a forte oscilação econômica contribui para que o setor fique defasado em relação ao estágio da produção internacional”. (VERMULM, 1993, p.02).

**responsável 79,7% do total das despesas com tecnologia da indústria de máquinas-ferramenta [...].** (grifo nosso, FERRAZ, 1987, p.439).

**Com a crise, os instrumentos de política industrial foram postos a serviço dos objetivos macroeconômicos prioritários para poupar divisas, e o controle das importações perde o objetivo de fomentar a industrialização.** A principal exceção em termos de política setorial foi a de informática com a reserva de mercado condicionada ao alto conteúdo de tecnologia local, ocasião que o governo incentivou a produção de unidades de CN.

O recurso ao licenciamento externo era a solução “natural” diante do deslocamento da fronteira tecnológica no setor de MF, uma mudança radical com o advento do controle numérico, pois “o novo paradigma representava uma descontinuidade em termos de concepção de produto e processo – conhecimentos que as empresas locais não dispunham nem existiam em outras instituições no país” (ERBER; VERMULM, 1993, p.246). A descontinuidade tecnológica imposta pelo novo paradigma representa uma mudança de caráter definitivo no *modus operandi* da indústria de MF, e

levou as empresas que nele entraram a realizar investimentos que vão além do gasto com licenciamento, obrigando-as a adquirir equipamentos, novos componentes, estabelecer condições ambientais de produção mais estritas (por exemplo, controles de temperatura e impurezas) e procedimentos de controle de qualidade mais apurados, modificar as relações internas entre as atividades de projeto, fabricação, controle de qualidade, vendas e atendimento a clientes e treinar pessoal para as novas tarefas. [...] a reserva de mercado para controles numéricos tendia a aumentar parte destes gastos, além de restringir as vendas que os financiariam pelo relativo encarecimento das máquinas. Os gastos acima referidos constituíam substanciais barreiras à entrada e saída do novo paradigma, mas as dificuldades de entrada eram mais facilmente superadas por firmas de maior porte, com maior penetração de mercado e maior acesso ao sistema de crédito, além de conhecimentos tecnológicos mais amplos. (p.246).

Já a partir de 1981, a produção de MFCN superou a importação dessas máquinas. Em 1985 chegou a representar cerca de 80% das unidades (470) vendidas no país (p.183). Em 1985, estima-se que no Brasil operavam 1.600 MF/CN, sendo mais da metade produzidas no País. “A despeito do crescimento do parque instalado de MFCN, a difusão destas é incipiente” (LAPLANE; FERREIRA, 1985, p.116). Apesar de bem modesto e de baixo ritmo, o padrão de difusão de MFCN/CNC apresentou movimento análogo àquele verificado nas economias avançadas. Devido ao custo mais elevado, sua utilização restringiu-se inicialmente às



empresas de grande porte, e, no Brasil, majoritariamente nas empresas estrangeiras, que em 1982 respondiam por 65% das máquinas instaladas, já que possuíam livre acesso aos conhecimentos e tecnologia da matriz.

Na avaliação de Laplane e Ferreira (1985), um dos aspectos mais controvertidos da política de informática na área de automação industrial da Secretaria Especial de Informática (SEI) na primeira metade da década de 1980 “diz respeito justamente à eventual competitividade dos produtos produzidos localmente, dado o tamanho reduzido do mercado *vis-à-vis* as escalas mínimas de produção que caracterizam os grandes produtores dos países avançados”. (p.112). Este efeito pressionava para cima o preço dos componentes e dos dispositivos microeletrônicos:

Parece existir consenso a respeito de que o mercado atual não comporta quatro empresas fabricantes (ROMI<sup>56</sup>, DIATUR, DIGICON e MAXITEC + 2 em 1983: MCS Engenharia e Zselicks). O futuro das empresas dependerá, fundamentalmente, de que, no contexto de uma eventual retomada do crescimento, o mercado se expanda rapidamente. O incremento das vendas dependerá, também, de que as empresas fabricantes possam reduzir preços dos seus produtos. Existe nesse caso, um efeito perverso entre o tamanho do mercado e os preços, já que as empresas brasileiras trabalham com escalas reduzidas de produção. O resultado é que o preço dos produtos é superior ao internacional. O sistema SINUMERIK-3 da Siemens, que tinha em 1982, um preço Fob de US\$ 5.000, é vendido por US\$ 15.000 pela MAXITEC. Uma estratégia das empresas para ocupar a capacidade ociosa e aumentar as receitas tem sido a de diversificar suas linhas de fabricação, produzindo outros equipamentos de automação como controladores lógicos programáveis (CLP). (LAPLANE; FERREIRA, 1985, p.121).

Para Erber e Vermulm (1993, p.189), a reserva de mercado para bens de informática teve efeitos contraditórios, pois estimulava a capacidade tecnológica nacional na área de eletrônica, mas no curto prazo pressionava os custos da produção nacional e a defasagem tecnológica das máquinas. Durante a década de 1980, a indústria brasileira de eletrônica avançou, permitindo uma redução da relação preço/qualidade, “mas também é verdade que ainda não era competitiva em termos internacionais”. (p.193).

A reserva de mercado instituída pela Política Nacional de Informática, com o objetivo de promover o desenvolvimento de capacidades tecnológicas das empresas nacionais

---

<sup>56</sup> A Romi foi a única empresa fabricante de MF com projeto aprovado para a fabricação de CNC, a partir de tecnologia adquirida da empresa norte-americana Allen Bradley para fabricação do sistema Mach-3 para tornos, fresadoras e para uso geral de até 8 eixos. O licenciamento previa a capacitação progressiva nas áreas de controle de qualidade, software para CN e, finalmente, hardware eletrônico. (LAPLANE; FERREIRA, 1985, p.120).

de MF, parece ter cumprido seu papel. Não obstante, **o regime de concorrência e o rápido desenvolvimento de novos dispositivos microeletrônicos para automação em nível mundial, decorrentes da dinâmica inovativa de grandes grupos empresariais que dominam a indústria, agiam juntamente à tecnologia licenciada do exterior, para acelerar a defasagem das capacidades tecnológicas das empresas nacionais.** Tais possibilidades das firmas em produzir e eventualmente introduzir melhorias em produtos dizia respeito a uma geração tecnológica dada,

mas esses recursos podem não ser suficientes para viabilizar o desenvolvimento de novas gerações de produtos, sem recorrer novamente à transferência de tecnologia do exterior. Uma situação semelhante acontece em outros segmentos protegidos pela Reserva de Mercado instituído pela Política Nacional de Informática, como no caso da indústria brasileira de computadores. (LAPLANE; FERREIRA, 1985, p.135).

A política da SEI (Secretaria Especial de Informática) na área de automação industrial tinha objetivos e recursos limitados. No caso de alguns países da área da OECD, a política de automação da manufatura estava inscrita em um contexto mais amplo dos diversos programas de modernização de ramos da indústria considerados prioritários. A difusão rápida e de maior amplitude de equipamentos de automação eletrônica era mais um instrumento que visava a incrementar a competitividade dos setores selecionados. No caso brasileiro, a política de automação industrial tinha na década de 1980 um caráter mais restrito,

voltada quase que exclusivamente, para a capacitação tecnológica das empresas nacionais fabricantes de equipamentos de automação microeletrônica. A questão da difusão de tais equipamentos nos diversos ramos da indústria não é explicitamente incorporada. Trata-se, portanto, de uma política de automação de escopo limitado, cuja contribuição potencial para os objetivos mais abrangentes de modernização do próprio setor de bens de capital, assim como de outros setores da indústria, não tem sido suficientemente explorada. (LAPLANE; FERREIRA, 1985, p.137).

A líder no setor, Romi, realizou significativos esforços tecnológicos para o desenvolvimento do produto e produção do CN. Em meados da década de 1980 a Romi produzia 120 unidades de tornos CN, aproximadamente, um quarto do necessário para a obtenção de economias de escala. **As limitações às importações e a proximidade com produtores e usuários de CN foram fundamentais para o processo de aprendizagem dos fabricantes de MF que entraram no paradigma eletrônico nesse período, assim como**

**suas capacidades tecnológicas acumuladas em atividades de P&D.** Já as empresas multinacionais desenvolveram tais tecnologias a partir do acesso aos conhecimentos técnicos de suas matrizes, e também entraram na produção de centros e usinagem e máquinas especiais a CN. Os segmentos de mercado de MF convencionais operavam diversas pequenas e médias empresas nacionais, e algumas dessas empresas também entraram na produção de MF/CN mais simples na segunda metade da década de 1980.

Segundo Vermulm (1996, p.46).

(E)ste comportamento do setor de máquinas-ferramenta no Brasil confirma algumas teses da teoria neo-schumpeteriana. Em primeiro lugar, a instalação de um novo paradigma abre novas oportunidades de investimento em novas tecnologias. Contudo, não são todas as empresas que dispõem das mesmas condições para mudar a trajetória tecnológica. [...] um dos aspectos da cumulatividade do processo de busca de inovação das empresas, caracterizando uma determinada trajetória, é que ela capacita as empresas a enfrentarem um padrão tecnológico superior no futuro. **Somente as empresas que haviam investido mais intensamente na realização própria de atividades tecnológicas, no paradigma anterior, e as empresas multinacionais, que tinham acesso a conhecimentos técnicos de suas matrizes, é que tiveram capacitação técnica para incorporar o paradigma eletrônico associado à tecnologia mecânica** (grifo nosso).

Com a retomada do crescimento econômico entre 1984-1988 a partir do *drive* exportador e o aparente sucesso do Cruzado, a procura de MF se recuperou. Nestes anos, o valor médio das máquinas produzidas aumentou, assim como o das máquinas importadas e exportadas. Parte do aumento dos valores médios das máquinas produzidas e exportadas deveu-se aos avanços de tecnologia de produto de novas MF convencionais (ARAÚJO JR. *et alii*, 1992), enquanto as importações continuavam com preço médio mais elevado que as máquinas exportadas. A rápida expansão da produção de MF/CNC entre 1984 a 1988 se voltou para o atendimento do mercado interno. Em 1988, cerca de 80% das MF/CN foi atendida pela produção local, que representou aproximadamente 35% das vendas globais. Em 1989, a produção interna de cerca de 1.000 MF/CN representou 44% das vendas do setor

Entre o início da década até 1988, o valor médio das máquinas produzidas aumentou, assim como o das máquinas importadas e exportadas pelo setor. Com a retomada do crescimento econômico, a procura de MF/CNC se recuperou rapidamente. Parte do aumento dos valores médios das máquinas produzidas e exportadas deveu-se aos avanços de tecnologia de produto, enquanto as importações continuavam com preço médio muito mais elevado que

as máquinas produzidas no país<sup>57</sup>. A rápida expansão da produção de MF/NC/CNC se voltou para o atendimento do mercado interno, uma vez que a competitividade externa era praticamente nula, pois se exportavam tornos horizontais automatizados, mas sem expressão econômica. “A defasagem tecnológica, sobretudo na área microeletrônica, não dava competitividade externa nesse segmento” (ERBER; VERMULM, 1993, p.188). “(T)he prices of NCMTs are expensive mostly due to the small scale of production and to the fact that the machine tool producers have to buy locally made CNC units at very high prices” (Tauile, 1987 *apud* Chudnovsky, 1988, p.728).

Nos anos de 1987 a 1990, 83% do valor da produção eram de MF de arranque de cavacos e 17% de máquinas de conformação, participações muito próximas do que se verifica entre os países produtores mundiais. As principais máquinas, por valor de produção, neste mesmo período, foram os tornos (44,1%), retificadoras (12%), fresadoras (10,9%) e centros de usinagem (10,6%) (CRUZ, 1993, p.32).

A especialização entre os produtores do setor de MF no início da década de 1990 apresentava-se como basicamente a mesma da década de 1970: as empresas estrangeiras com maiores capacidades tecnológicas produziam produtos de maior sofisticação, como MF especiais (como prensas) e centros de usinagem. No segmento de MF universais, a CN de média sofisticação, “prevalencia entre as empresas nacionais, mas são relevantes as poucas empresas estrangeiras que neles atuam”. (FERRAZ, KUPFER; HAGUENAUER, 1996, p.320).

Outro principal problema no setor no final da década de 1980 refere-se ao parque de fornecedores de partes e componentes pouco desenvolvido, que apresentava problemas na qualidade dos produtos, custos elevados, maior preço dos componentes mecânicos e eletrônicos do que os importados e atrasos nos prazos de entrega<sup>58</sup>. A integração vertical das maiores empresas amenizavam esses problemas de competitividade, mas prejudicavam o nível de especialização e os esforços tecnológicos devido à excessiva diversificação produtiva

---

<sup>57</sup> Pode-se inferir a hipótese que o preço das MF importadas refletisse, além dos impostos de importação, o aumento de preço relativo da nova tecnologia.

<sup>58</sup> Vermulm (1993, p.22-23) sintetiza bem as diferenças entre a crise do início da década de 1980 e a crise no final da década de 1980 e início de 1990. “Esta crise do final da década de 80, que perdura até o início dos anos 90, é diferente da crise do início dos anos 80 em vários sentidos. Em primeiro lugar, ela se mostra com maior horizonte de tempo e maior nível de incerteza. A aceleração do processo inflacionário, os sucessivos programas de estabilização, que não lograram obter resultados positivos, e a constante mudança no comando da política econômica, contribuíam para a configuração do ambiente mais incerto. Em segundo lugar, a possibilidade de entrada num novo paradigma tecnológico, como no início da década, não estava colocada. Em terceiro lugar, o desequilíbrio macroeconômico no final da década era mais profundo, com a consequente deterioração das condições financeiras do Estado brasileiro. Isto se refletiu nas constantes mudanças nas condições de operação da FINAME, [...] dificultando e limitando o mercado interno para máquinas-ferramenta”.

e dos esforços tecnológicos. Devido à pequena dimensão do mercado brasileiro, aproximadamente US\$ 730 milhões em 1988, tanto as empresas líderes nacionais (Romi) quanto as subsidiárias estrangeiras apresentavam grau de verticalização elevado. “A Thyssen, por exemplo, uma subsidiária alemã, na ausência de um padrão de qualidade adequado aos níveis em que opera, tem trabalhado com um nível de verticalização da ordem de 80% enquanto que, na Alemanha, a matriz trabalha com índices da ordem de 30% a 40%” (ARAÚJO JR. *et alii*, 1992, p.92).

Em verdade, parte destes problemas relacionados aos preços dos componentes tinha causa recente, derivado da desarticulação das cadeias produtivas na crise e forte aumento da procura nos planos econômicos heterodoxos, os Planos Cruzado e Verão. **Também é provável que os maiores preços dos insumos internos já refletissem a maior difusão entre os produtores dos países industrialmente desenvolvidos dessas novas tecnologias que reduzem os custos e aumentam a produtividade.** Segundo apontava o Programa Setorial Integrado para o Setor de Máquinas-Ferramenta elaborado de Abimaq-Sindimaq, em 1989, os principais fatores limitativos da competitividade externa da indústria nacional eram os custos das matérias-primas e componentes, tanto eletrônicos como mecânicos, como mostrado na Tabela 5, onde se compara a razão entre os preços de insumos nacionais e os preços dos insumos importados, excluindo os impostos em ambos os casos.

**Tabela 5 – Relação entre Valor Nacional (VN) e Valor Importado (VI) de Insumos de Máquinas-Ferramentas - 1989**

Insumos	VN/VI
Aços e chapas	0,938
Fundidos ferrosos	1,320
Fundidos não-ferrosos	0,300
Motores elétricos	0,517
Componentes elétricos	1,710
Componentes eletrônicos	2,773
Componentes hidráulicos	1,814
Rolamentos	2,947
Forjados	1,220
Componentes mecânicos diversos	3,097
Outras matérias-primas	2,097

Fonte: DNMF, PSI, 1989, p.104 *apud* Erber; Vermulm, 1993, p.194.

O preço das MF/CN nacionais era considerado elevado frente o dos concorrentes internacionais, devido às baixas de escala produtivas e ao maior preço da unidade de CN.

“Comparando os preços dos produtos brasileiros com seus equivalentes estrangeiros, o diferencial cai de 1,94 vez em 1983 para 1,63 em 1987. O CNC fabricado no Brasil com projeto nacional tem um diferencial de preço menor (aproximadamente 1,46 vez em 1987) do que o fabricado sob licença (2,72 vezes em 1987) [...] em função da introdução de novos modelos” (ERBER; VERMULM, 1993, p.193). Outros fatores que limitavam a competitividade da indústria era o hiato tecnológico do setor em termos de processo, com baixo índice de automação tanto de projeto como de fabricação. Mesmo quando possuíam tais equipamentos e rotinas, poucas empresas os utilizavam de forma integrada, por exemplo, projeto-fabricação CAD/CAM. As deficiências competitivas tanto na cadeia produtiva quanto na própria indústria limitava a competitividade externa em segmentos de mercado mais nobres.

No final da década de 1980, a produção de MF estava consolidada e com nível de desenvolvimento tecnológico mais avançado comparativamente a países como Índia, México e Argentina (CRUZ, 1993, p.04). Ademais, os mercados externos haviam se diversificado para os dinâmicos e exigentes da Europa e os Estados Unidos (p.05). No final da década haviam sido instaladas cerca de 6.000 MFCN/CNC no Brasil.

Araújo *et alii* (1992) destaca que o direcionamento progressivo das exportações brasileiras de MF para países desenvolvidos, como EUA, Alemanha, Itália e Canadá, mostra que a indústria realizou um esforço competitivo importante na década de 1980. O crescimento do comércio intraindustrial e a diversificação da pauta de exportação da indústria sugerem, juntamente ao aumento do preço das exportações, “um aumento no conteúdo tecnológico do produto exportado, e um fortalecimento do poder de competição externa”. (p.93). Devido ao preço elevado do CNC, foram exportadas máquinas convencionais para os EUA e Alemanha, onde também algumas delas receberiam posteriormente o equipamento de automação<sup>59</sup>.

---

<sup>59</sup> Adicionalmente a essas considerações, investigação realizada por Katz (1992) aponta alguns desafios e características interessantes sobre a: organização, tamanho da planta, proteção comercial, tamanho do mercado, crescimento econômico, economias de escala e grau de sucesso do processo de diminuição do hiato tecnológico de empresas líderes brasileiras em relação à fronteira tecnológica nos países desenvolvidos e, principalmente, de outras condições encontradas nos demais países latino-americanos. Três empresas brasileiras líderes, Usiminas (aço), Metal Leve (pistões) e Romi (tornos de tipo tradicional) se destacavam na pesquisa, pois haviam passado a ter plantas de tamanho internacional, ampliado de forma espetacular suas atividades de P&D até um ponto próximo da fronteira tecnológica mundial, e ampliado suas exportações a tal ponto que competem ativamente nos mercados dos países desenvolvidos. Katz (1992, p.43-44) aponta três fatores que ajudou essas empresas na conquista de um melhor rendimento em longo prazo em comparação com outras companhias similares, por exemplo, na Argentina ou Colômbia. “Em primeiro lugar, o tamanho e o dinamismo do mercado interno do Brasil o tem permitido contar pelo menos com duas décadas de expansão sob proteção. Em segundo lugar, e talvez como consequência do anterior, todas estas empresas propuseram construir plantas de tamanho comparável as construídas nos países desenvolvidos. Uma vez que conseguiram volumes de produção que lhes permitiram fazer esta decisão, as grandes plantas escolhidas lhes permitiram captar importantes economias de

A expansão da produção e utilização concentrada de MF/CNC trouxe consigo maior heterogeneidade tecnológica ao setor. A adoção de tecnologias de base microeletrônica contribuiu para ampliar a heterogeneidade tecnológica entre os fabricantes e os produtos ofertados, na medida em que foram poucas as empresas que conseguiram entrar na nova trajetória tecnológica. **A questão é de duas ordens: a primeira é entrar na nova trajetória tecnológica; a segunda é empreender os esforços tecnológicos requeridos para se manter nela frente às determinações evolutivas da trajetória tecnológica e competitiva do setor em nível internacional.**

A política de informática, impondo a reserva de mercado para empresas nacionais, obrigou as empresas de MF, nacionais e estrangeiras, a realizarem desenvolvimento, adaptações, produção de MF/CNC, e, em alguns casos, o desenvolvimento e própria produção de CN. A necessidade de desenvolvimento de *software* e das interfaces com as partes mecânicas das máquinas exigia que o setor procurasse rapidamente se capacitar em tecnologias de base microeletrônica. Esse desenvolvimento ocorreu, mas uma vez que a trajetória setorial se mostrava pouco dinâmica em atividades de P&D, assim como devido à crise e instabilidade do mercado na década de 1980 e a incerteza quanto à estabilização do paradigma tecnológico microeletrônico de difícil acessibilidade e aprendizado, não foram favoráveis às decisões de investimento produtivo e inovativo generalizado no setor de MF. As grandes empresas nacionais conseguiram entrar na nova trajetória tecnológica a partir de diversas estratégias tecnológicas, como importações de licenças complementarmente ao P&D interno, “*joint ventures*”, e no caso das empresas estrangeiras, a partir de conhecimentos obtidos nas matrizes.

A tecnologia e a escala de produção são fatores que viabilizam a competitividade do setor de MF. A produção de novas MF/CNC, com maior valor agregado, requeriam nas décadas de 1970 e 1980 um conjunto de capacitações tecnológicas e conhecimentos de mais difícil acessibilidade, conhecimento base setorial complexo e mais codificado, o qual requiere esforços contínuos de aprendizado tecnológico para inovação. A política de informática, impondo a reserva de mercado para empresas nacionais, obrigou as empresas nacionais e estrangeiras a realizarem adaptações nos produtos licenciados. Na medida em que foram poucas as empresas que conseguiram entrar na nova trajetória do setor, as que não conseguiram entrar tenderam a ficar “reservadas” em uma franja competitiva de mercado

---

escala. Por último, as três empresas trabalham em setores que faz pouco tempo que a fronteira tecnológica mundial tem começado a mudar significativamente”.

relativamente estagnado de máquinas convencionais, não perfeitamente substitutas às novas MF. Na crise também se observa um esforço de racionalização de custos e incentivos para procura de equipamentos automatizados como MFCN/CNC embora tal esforço não fosse generalizado na indústria.

#### 4.4 Considerações Finais

O progresso técnico é um fenômeno evolutivo, mutante e idiossincrático, e sua manifestação na forma de novos produtos, processos, serviços e formas de organização industrial ocorrem através de licenciamentos, processos de aprendizagem formais (P&D) e informais (*learnings-by-doing, using, interacting, etc.*). A partir da interação entre as esferas macro-microeconômicas expressas na co-evolução das mudanças institucionais, econômicas e tecnológicas emergem ou se configuram determinados regimes tecnológicos setoriais, que pode ser virtuosos ou viciosos em função do conhecimento e dos esforços tecnológicos das empresas; das características dos competidores, fornecedores e clientes; da cumulatividade do progresso técnico e condições de apropriabilidade dos lucros das inovações; da estrutura e grau de sofisticação da demanda; e da configuração dos sistemas nacionais de inovações que por sua vez integram os sistemas setoriais e/ou sistemas/arranjo produtivos locais.

A interdependência entre as forças macro-microeconômicas expressas na co-evolução das mudanças institucionais, econômicas e tecnológicas, embora garantissem uma alta taxa de crescimento econômico no ISI por ter configurado regimes de incentivos caracterizados por altas oportunidades de investimentos produtivos, incentivou regimes tecnológicos viciosos e esforços de aprendizagem tecnológicos informais e passivos, e que, quando ativos e formais, ficaram restritos a poucos setores e empresas. A ênfase do modelo de industrialização privilegiou a acumulação de capacidade produtiva ao invés de capacidade inovativa.

A partir do ano de 1955, o recurso a contratos de licenciamento para transferência de tecnologia adquire importância crescente, tanto no caso de empresas nacionais como de subsidiárias estrangeiras. Destacou-se na análise que o aumento das necessidades sobre novas fontes e formas de absorção de tecnologia, ou novas rotinas inovativas ligadas aos mecanismos de aprendizado tecnológico (P&D), não tinham sido explicitadas no Plano de Metas e também no PAEG. Diante da aceleração do processo de industrialização, o recurso ao licenciamento estrangeiro e a importação de bens de capital possibilitaram o aperfeiçoamento das capacidades produtivas e de fabricação através de esforços tecnológicos e processos de aprendizagem informais e passivos – mais ligados à inovação de processos para substituir



importações –, mas insuficientes para a acumulação de capacidades inovativas fundamentais para o empreendimento generalizado de inovações de produto novo para o mercado internacional. Mesmo as empresas líderes no ISI buscavam sê-lo, principalmente para atender o mercado interno. A acumulação de capacidades inovativas e a materialização do progresso técnico em novos produtos e processos (serviços, etc.) para o mercado internacional somente ocorrem através de processos de aprendizado em P&D e esforços para adaptar a tecnologia estrangeira a partir de intensas e estáveis relações e interações produtor-usuário, ou *learning-by-interacting*.

O recurso ao licenciamento representava uma economia de tempo e custos frente à alternativa de efetuar gastos próprios em P&D. Não obstante os contratos de licenciamento levassem a uma maior capacitação tecnológica de produção, não permitiam a criação de capacidades tecnológicas de projeto da máquina ou equipamento, o “*basic design*”. Embora a *engineering* ou capacidade produtiva fosse indispensável à materialização do progresso técnico, este só é conseguido através de P&D, partir da interação/cooperação produtor-usuário e com o sistema de C&T.

A literatura neo-schumpeteriana sugere que não são as importações de bens de capital e a celebração de contratos de licenciamento de tecnologia externa (que permitem a acumulação de capacidade produtiva) que não permitem a acumulação de capacidades inovativas, mas a disposição e as habilidades complementares a essas formas de transferência de tecnologia com investimentos internos em P&D e aprendizados diversos a partir de interações (*learning-by-interacting*). Isso porque os elementos não incorporados da tecnologia não podem ser adquiridos ou transferidos, como os produtos físicos e os bens devem ser adaptados às condições locais. Nestes termos, processos de aprendizados tecnológicos ativos e conhecimentos tácitos complementares são requeridos para que os elementos incorporados da tecnologia possam ser usados da melhor maneira possível. Poucas empresas industriais acumularam capacidade tecnológica e inovativa com o esforço de desenvolvimento de novos produtos e processos.

Sugeriu-se para analisar o crescimento e consolidação setor de MF a hipótese de que as decisões, investimentos produtivos e tecnológicos das empresas do setor foram condicionados pelo ambiente macro-microeconômico expressos na co-evolução das mudanças institucionais, econômicas e tecnológicas. Isso porque as operações produtivas e tecnológicas das empresas, clientes, fornecedores, etc. não se estabeleceram em um tipo de “vácuo” institucional, mas sob um arcabouço regulatório e competitivo (de baixa concorrência e livre entrada de companhias estrangeiras) que, se por um lado, garantiu e possibilitou a (livre)

entrada e o crescimento das empresas do setor de MF, de outro, levou a deficiências competitivas como baixas economias de escala, alta diversificação e falta de especialização produtiva e baixo dinamismo tecnológico e inovativo. Também foram poucas empresas do setor de MF (assim como da indústria brasileira) que desenvolveram capacidade inovativa através de contratos de licenciamentos complementados com P&D interno e outros tipos de aprendizados tecnológicos. Ademais, a estrutura da demanda e a sofisticação dos usuários também devem ser levadas em conta na explicação do padrão de concorrência e ambiente inovativo no setor de MF, conforme será defendido no capítulo 7.

Da mesma forma as importações de bens de capital foram estimuladas, em diferentes momentos, por taxas de câmbio diferenciadas, importações sem cobertura cambial e isenção fiscal. De outro lado se protegia a produção nacional de bens de capital com barreiras tarifárias e não tarifárias (lei do similar). Ademais, os ramos industriais caracterizados pelo emprego de tecnologia mais avançada que se instalaram no país após 1956 requeriam MF de elevado nível tecnológico. A incapacidade da oferta interna em atender a esta fração sofisticada da demanda deslocava a procura para o mercado externo. Acentuou-se assim o desnível tecnológico entre a demanda e a oferta interna de MF. Tais incentivos contraditórios contribuiu para que o setor de MF nacional se concentrasse na produção de bens com menor conteúdo tecnológico e passasse a importar MF com maior sofisticação tecnológica.

No final da década de 1980 os fabricantes de MF já tinham uma longa trajetória no segmento: primeiramente através das capacidades de projetar e fabricar dos seus fundadores, em geral imigrantes, através da cópia e adaptações por atividades de engenharia reversa desde os anos de 1930 e década de 1940. As dificuldades associadas ao baixo grau de desenvolvimento da estrutura industrial obrigaram os fabricantes de MF, assim como empresas de outros setores do complexo metalmeccânico, a treinarem seu pessoal, se integrar verticalmente e realizar significativos esforços de adaptação de produto e processo ainda nas décadas de 1940 e 1950. Num segundo momento, nos anos 1960 algumas empresas contrataram engenheiros e recorreram ao licenciamento para produtos mais complexos, enquanto em um terceiro momento as empresas com estratégias tecnológicas de liderança constituíram seus departamentos de P&D formal, institucionalizando suas atividades inovativas.

Até o final da década de 1980, a consolidação da produção nacional de MF a partir do ISI ocorreu em produtos seriados convencionais de menor sofisticação tecnológica, no qual o país apresentava maior competitividade, e as empresas estrangeiras se firmaram nos segmentos mais sofisticados. Essa especialização refletia a ambiguidade da política industrial

da ISI da reserva de mercado e importação de tecnologias cada vez mais complexas. Pode-se inferir que essa especialização também refletia a estrutura da demanda e as características/sofisticação dos usuários de MF seriadas, principalmente no que diz respeito aos esforços tecnológicos e seus processos de aprendizagem tecnológica informais e passivos. **Por isso, a compreensão do setor de MF auxilia no entendimento do comportamento de diversos outros âmbitos correlacionados, como o próprio setor de bens de capital e outros do complexo eletrometal-mecânico. Não se pode negar a hipótese que a divisão e especialização no setor foram condicionadas pelo tamanho, estrutura da demanda e da sofisticação do usuário de MF, assim como a partir dos esforços tecnológicos em P&D das empresas fabricantes.**

A descontinuidade tecnológica em produtos e processo imposta pelo novo paradigma de base microeletrônica representou uma mudança de caráter definitivo no *modus operandi* do setor de MF. O recurso ao licenciamento externo era a solução “natural” diante do deslocamento da fronteira tecnológica no setor de MF. Já, se por um lado, as limitações às importações e a proximidade com produtores e usuários de CN foram fundamentais para o processo de aprendizagem dos fabricantes de MF que entraram no paradigma eletrônico nesse período, a obrigatoriedade de utilização dos CNC nacional de alto preço e baixo desempenho, por outro, limitava a competitividade do setor.

A tecnologia, a escala de produção, a especialização e as condições sistêmicas são fatores que viabilizam a competitividade do setor de MF. **A produção de novas MF/CNC com maior valor adicionado requer um conjunto de capacidades de mais difícil acessibilidade, um conhecimento base setorial caracterizado por ser complexo e mais codificado do que o mecânico, e que requer esforços contínuos de aprendizado tecnológico para inovação.** A política de informática, impondo a reserva de mercado, obrigou os fabricantes MF nacionais e estrangeiros a realizarem adaptações e o desenvolvimento de produtos e utilização de CNC licenciados nacionais de desempenho mais modesto. **Mesmo assim, na medida em que foram poucas as empresas que conseguiram entrar na nova trajetória do setor, as que não conseguiram tenderam a ficar “reservadas” em uma franja competitiva de mercado relativamente estagnado de máquinas convencionais, não perfeitamente substitutas às novas MF.**

A expansão da produção e utilização concentrada (em poucas empresas) de MF/CNC trouxe consigo maior heterogeneidade tecnológica no setor. A adoção de tecnologias de base microeletrônica contribuiu para ampliar a disparidade de tecnologia entre os fabricantes e os

produtos ofertados, pois foram poucas as empresas que conseguiram entrar na nova trajetória tecnológica.

O capítulo seguinte tem como objetivo discutir e analisar os efeitos da abertura econômica e o aumento da “contestabilidade” na economia brasileira, buscando uma visão geral para entender o processo de reestruturação industrial empreendida na década de 1990, e destacar a aderência e a direção dos ajustes setoriais às reformas estruturais e ao novo arcabouço regulatório e competitivo da economia. No capítulo 6, retoma-se tal análise para compreender especificamente o processo de reestruturação e as condições competitivas do setor de MF.

## 5 REFORMAS ESTRUTURAIS E POLÍTICA ECONÔMICA NA ECONOMIA BRASILEIRA PÓS-1990

Ao fazerem um diagnóstico do processo de industrialização do Brasil, De Negri, Salerno e Castro (2005) destacam que o padrão de investimentos e de instalação de setores industriais com as políticas baseadas em substituição de importações teve como peculiaridades, primeiro, “não ter como meta a liderança nos mercados internacionais”, e segundo, “baseou-se na atração generalizada de empresas multinacionais”. (p.6). A partir desses dois motivos, “ocorreu um paradoxo: uma indústria com forte presença de capital estrangeiro, mas extremamente fechada, com pouquíssima inserção internacional”. Avaliam que “a abertura comercial vivida pelo país a partir do final dos anos 1980 encontrou um indústria acomodada, sem estímulos para inovação e diferenciação de produtos” (p. 6).

Depois do fracasso dos planos de estabilização e o baixo e insuficiente crescimento industrial na década perdida, a motivação para as reformas estruturais da década de 1990 objetivaram aumentar a inserção externa da economia brasileira com a abertura comercial e financeira, a partir da maior contestabilidade real e potencial na economia e na indústria brasileira através de diminuição do nível e dispersão das tarifas de proteção, mudanças na legislação de patentes, direitos de propriedade e, principalmente, buscando a entrada do investimento direto externo. A estabilização inflacionária com o Plano Real complementaria o quadro para colocar a economia brasileira no “virtuoso equilíbrio” macroeconômico para o crescimento. **A ênfase das políticas de estabilização ancorada em alta taxa de juros e na sobrevalorização da taxa de câmbio real efetiva, políticas genuinamente irmãs, favoreceram expectativas produtivas e tecnológicas francamente defensivas que penalizou o investimento e o crescimento, condições, no limite, necessárias para que as reformas garantissem uma maior amplitude das economias de escala e permitissem um maior dinamismo dos processos setoriais de reestruturação industrial.**

O processo de reestruturação industrial em nível mundial nas últimas décadas aparece como desafio a ser perseguido por estruturas econômicas em transição a um novo padrão de crescimento e desenvolvimento. Frente à necessidade de alcançar escalas mais elevadas de produção, desenvolvimento tecnológico, qualidade e diferenciação dos produtos, melhoria dos processos industriais, aumento dos mercados externos e atendimento ao mercado interno em melhores condições de qualidade e competitividade, a reestruturação industrial exige da empresa, com apoio do ambiente institucional e externalidades

tecnológicas sistêmicas, a capacidade inovativa de reagir aos desafios e oportunidades gerados pelas transformações estruturais e institucionais da economia mundial.

As reformas estruturais na economia brasileira consistiram da abertura comercial e financeira e planos de estabilização inflacionária através de reformas monetária, fiscal e cambial. O novo regime macroeconômico de incentivos objetivava mover a economia brasileira de um ambiente altamente incerto, turbulento e intimamente regulado pelo Estado, para um ambiente mais previsível e competitivo, com orientação estatal menor, esperando que os novos fundamentos da economia – taxas de câmbio e de juros, salários reais, preços relativos – induzissem uma melhora nas expectativas e no “*animal spirits*” empresarial. Tais mudanças estruturais, referenciadas pela literatura com a “receita” do Consenso de Washington parece ter sido a motivação básica do processo de abertura não apenas do Brasil, mas também de outros países latino-americanos como a Argentina, Colômbia e México. (CIMOLI; KATZ, 2002).

Por outro lado, a transformação das formas e papéis dos Estados nacionais estava no centro do debate em torno do qual gravitavam recomendações para solução da estagflação, as crises financeiras e fiscais das economias desenvolvidas na conturbada década de 1970, e das economias em desenvolvimento no início dos anos 80, como na Argentina, Brasil, Colômbia e México. A intensificação da abertura comercial, liberalização da conta de capitais e a diminuição da intervenção do Estado no domínio econômico, tais como as privatizações e desregulamentações, políticas monetárias ortodoxas e disciplina fiscal, fizeram parte das recomendações do Consenso de Washington, propostas que supostamente alavancariam as taxas de crescimento econômico dos países em desenvolvimento - justamente as que intensificaram a internacionalização e integração econômica mundial com consequente perda do raio de manobra das políticas econômicas nacionais. Essas recomendações enquadram-se ideologicamente na estratégia política neoliberal de reformas das funções e tamanho do típico Estado planejador e promotor da industrialização por substituições de importações, com seu “aparelho estatal excessivo, e burocracia estatal ineficiente”, diziam os adeptos do referido “Consenso”. Essas reformas foram fundamentadas na crença de que apenas as garantias e boa especificação dos direitos de propriedade, importação de “poupança”, juntamente à abertura comercial e aos incentivos orientadores da concorrência externa seriam suficientes para dirigir o crescimento das economias através da adoção de bens de capital já revolucionados pelas novas tecnologias microeletrônicas, que aumentam a produtividade do trabalho, principalmente, como forma de correção da especialização industrial interna através de importações. (ERBER, 2004).

É corrente a visão de que as políticas econômicas clássicas (monetária, cambial, fiscal) dos Estados nacionais perderam grau de manobra diante dos processos de internacionalização produtiva, comercial e financeira, destarte, a integração mundial das economias nacionais nas últimas três ou quatro décadas. No entanto, não foi a intensificação da globalização nas últimas três décadas que pôs em xeque o grau de liberdade das políticas nacionais, mas sim o tipo de ajuste sugerido pelas instituições internacionais, como o insuspeito Banco Mundial e o FMI<sup>60</sup>.

No início da década de 1990 com a PICE (Política Industrial e de Comércio Exterior), e também posteriormente entre 1995 a 2002 (BARROS; GOLDENSTEIN, 1998), a política econômica foi norteadada tendo em conta a importância das importações de bens de capital. Os governos dos dois períodos compartilhavam a visão de que embora essas importações fossem dispendiosas no curto prazo em termos de conta corrente com o exterior, ampliando a necessidade de entradas compensatórias na conta capital, elas constituiriam um elemento estratégico para aumentar a produtividade da economia brasileira. Conforme Chudnovsky e Erber (1999, p.584) estas seriam a “condición necesaria y suficiente para, a más largo prazo, ampliar las exportaciones, reducir el déficit en las transacciones corrientes y, simultáneamente, fomentar el crecimiento económico”.

Os desequilíbrios crescentes no balanço de pagamentos na segunda metade da década de 1990 decorrentes da abertura comercial e sobrevalorização da taxa de câmbio foram financiados pela entrada do capital internacional “volátil”, atraídos pelas altas taxas de juros domésticas, que impactaram negativamente para o desequilíbrio das contas do setor público, o aumento da dívida líquida interna e o baixo nível de investimentos. A taxa de câmbio

---

<sup>60</sup> O padrão institucional internacional criado em Bretton Woods (FMI, Banco Mundial e GATT) e o estado de compromisso (ampliação da proteção legal ao trabalho), controles sociais (como a garantia estatal da distribuição de produtividade e reposição da inflação aos salários) e os gastos sociais (salário indireto e acesso a bens públicos) do “*Welfare State*” caracterizam a coesão sistêmica necessária nos “gloriosos” 1948-1973. Esse período é marcado pelo Estado intervencionista no domínio econômico ao ampliar as ações estatais tanto no lado da oferta com investimentos em infra-estrutura como reorientação das políticas econômicas pelo lado da demanda com políticas tipicamente keynesianas de manutenção de quase pleno emprego. A ruptura do sistema de Bretton Woods em 1971, deflagrada quando Nixon decreta a inconvertibilidade do dólar ao ouro, e da introdução de taxas flutuantes em 1973, desencadeou sucessivas desvalorizações do dólar que provocou a queda das receitas e do valor das “reservas de óleo” denominadas em moeda americana, não por acaso origem dos dois choques do petróleo (1972 e 1979) (TAVARES; BELLUZZO, 2004, p.125). Como não se bastasse a inflação de custos advinda do aumento do preço do petróleo, na década de 70 também se deflagra uma crise de acumulação de capital com retração das taxas de lucratividade e dos níveis de produtividade nas principais economias centrais. A internacionalização de empresas norte-americanas esta na raiz para justificar economicamente a orientação das políticas liberais. “Com a nova divisão internacional do trabalho, facilitada pelo deslocamento das filiais *multi-sourcing*, a economia nacional americana se vê forçada a ampliar o seu grau de abertura comercial e a gerar um déficit comercial crescente para acomodar a expansão comercial assimétrica dos países asiáticos produzida em grande parte pela expansão global do grande capital americano. Este movimento está na raiz da ruptura definitiva do sistema de Bretton Woods e da crescente liberalização financeira imposta pela potência hegemônica aos demais países a partir da década de 80”. (p.125).

sobrevalorizada, que constituiu um importante papel no processo de estabilização, atuou no agravamento dos déficits em conta corrente. Essa inconsistência macroeconômica de curto prazo, aliada à modernização conservadora das empresas nacionais e à baixa capacidade de indução dos investimentos das empresas estrangeiras (devido o aumento da dependência de insumos e bens de capital importados) resultou em sérias restrições ao crescimento econômico na década de 1990, e que poderia comprometer seu desempenho (COUTINHO, 2005; FERRARI FILHO, 2001; LAPLANE; SARTI, 1997).

Com a desvalorização cambial entre 1999 e 2003, um regime macroeconômico menos maligno parecia emergir (COUTINHO, 2005). Com a desvalorização, as exportações de bens manufaturados produziram resultados favoráveis da balança comercial de bens industriais, crescentes até 2005, para depois sinalizar reversão paulatina entre 2005 a 2010 quando ocorreu novamente a revalorização da taxa de câmbio, aumento das importações de produtos industriais chineses e do aumento da absorção doméstica. Por outro lado, o quadro mudou positivamente em 2003 quando o novo governo anunciou no fim do ano as Diretrizes da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), quando apresentou “pela primeira vez na história brasileira, a explícita articulação entre as três políticas constantes do seu título”. (ERBER, 2010, p.18).

Este capítulo tem como objetivo discutir e analisar os efeitos da abertura econômica e o aumento da “contestabilidade” na economia brasileira buscando uma visão geral para entender o processo de reestruturação industrial empreendida na década de 1990, e destacar a aderência e a direção dos ajustes setoriais às reformas estruturais e ao novo arcabouço regulatório e competitivo da economia. Em vista desse objetivo, a análise nesse capítulo será desenvolvida em seis seções, além dessa introdução: na seção 5.1 faz-se uma análise da abertura comercial e financeira da economia brasileira e da política industrial no início da década de 1990; na seção 5.2 busca-se compreender o Plano Real e a estabilização da inflação e a “visão” de política econômica compreendida no período entre 1995 e 2002; na seção 5.3 faz-se uma análise mais especificamente da política industrial nos anos recentes após 2003; nas seções 5.4 e 5.5 analisam-se, a partir de evidências empíricas, as mudanças e ajustes estruturais na economia e na indústria brasileira, enquanto na seção 5.6 fazem-se as considerações finais a partir de avaliação dos ajustes estruturais através de uma revisão bibliográfica de autores de vertente de interpretação heterodoxa da teoria econômica e dos ajustes na economia brasileira.



## 5.1 Abertura Comercial e Financeira no Início da Década de 1990

No primeiro ano do governo do ex-presidente Collor, as ações governamentais focaram em três frentes: as reformas estruturais, notadamente institucionais e econômicas, seguindo as linhas do Consenso de Washington, a estabilização econômica e uma política industrial e de comércio exterior (PICE).

O Governo Collor compartilhava de outro diagnóstico que identificava a crise no Brasil como de natureza estrutural: o esgotamento de um padrão de desenvolvimento que caracterizou a economia brasileira desde o Pós-Guerra. A perda de dinamismo, a instabilidade econômica e a estagnação da produtividade eram fruto da “manutenção de proteção elevada e indiscriminada contra importações, além da concessão abusiva de reduções fiscais e subsídios” (BRASIL/PR, 1991, p.11 *apud* ERBER; VERMULM, 1993, p.41). Este diagnóstico justificava uma estratégia de governo para a recuperação da estabilidade econômica como “condição para qualquer projeto de reconstrução nacional”. Já a consolidação da estabilidade e a melhoria da qualidade de vida da população brasileira passavam necessariamente pelo “aumento progressivo da competitividade da economia”, principalmente da indústria nacional. (p.41).

Os objetivos consubstanciados em quatro documentos<sup>61</sup> elencavam medidas de políticas agrupáveis em duas vertentes básicas, combinando elementos de pressão, como as políticas de competição (focadas na liberalização da economia) e de estímulos, a partir de políticas de competitividade (centradas no fomento ao investimento privado, na capacitação tecnológica e aumento de produtividade). As da PICE eram orientadas para as políticas de liberalização comercial, atração do capital estrangeiro e privatização das estatais e de alguns serviços de utilidade pública. Já o segundo conjunto orientava-se em torno das reduções de custos do investimento privado e das exportações, melhorias da infraestrutura científica, tecnológica e de recursos humanos, e reestruturação do modelo empresarial brasileiro, regulando a promoção de fusões e desverticalização das empresas, medidas destinadas ao desenvolvimento do mercado de capitais, e via privatizações. (BAPTISTA; JORGE, 1993, p.03).

---

<sup>61</sup> Quatro documentos básicos de política industrial (PI)<sup>61</sup> – “Diretrizes Básicas para a Política Industrial e de Comércio Exterior – PICE”, “Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica da Indústria Brasileira – PACT”, “Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade – PBQP” e “Programa de Competitividade Industrial – PCI” – propunha mudanças profundas na norma de política industrial e tecnológica que vigia até aquele momento. Esta nova institucionalidade “visava a promover o incremento da competitividade da indústria brasileira a partir de uma nova reinserção internacional da mesma no mercado internacional” (BAPTISTA; JORGE, 1993, p.02). Também visava a “reordenar internamente o espaço ocupado pelo Estado e pela iniciativa privada, transformando o comportamento destes agentes econômicos”. (ERBER; VERMULM, 1993, p.41).

Alguma discriminação setorial estava presente no cronograma original da reforma tarifária e não tarifária, em que os níveis mais altos de proteção nominal estariam reservados aos produtos intensivos em tecnologia: 40% de proteção aos bens de informática até 1994, química fina entre 20% a 30%, e MF com CNC em 25% até 1994. As importações de bens de capital foram fomentadas pela eliminação da exigência de financiamento externo, isenção do imposto sobre produtos industrializados (IPI) e pela redução de índices de nacionalização adotados para financiamentos e compras governamentais desses bens por créditos repassados pelo BNDES, que passava a não discriminar a origem do capital das empresas para concessão de financiamentos. (ERBER; VERMULM, 1993, p.43).

Efetivamente, as reformas estruturais foram de caráter horizontal. A tarifária não continha critérios sobre como os níveis de proteção seriam administrados. O *timing* e a forma como foi implementada mostram que “do ordenamento setorial da proteção efetiva não se extrai um estratégia industrial – haja vista a aparente prioridade concedida a gêneros como papel e papelão, fumo, mobiliário e perfumaria”; tampouco definida “uma política cambial que garantisse estabilidade à proteção, tendo a taxa de câmbio apresentado forte valorização durante 1990 e 1991, parcialmente corrigida a partir do último trimestre daquele ano” (p.44-45). A liberalização comercial foi conduzida de forma “ampla e unilateral sem negociar o acesso a seu mercado interno, o qual o Brasil disponibilizou sem qualquer outra compensação”. (CASSIOLATO, 2001, p.19).

Já quanto ao papel conferido às empresas estrangeiras no processo de desenvolvimento industrial e tecnológico, a PICE visava prioritariamente atrair investimentos diretos. “Nesse sentido, o Programa de Estabilização, as mudanças estruturais que ora se processam e a estabilidade de regras deverão se constituir no principal fator de atração do investimento estrangeiro” (BRASIL/PR, 1991, p.29 *apud* ERBER; VERMULM, 1993, p.46). As reformas visaram mudanças legais no tratamento do capital estrangeiro; quando foram eliminados os dispositivos cambiais e fiscais que restringiam a saída de capitais e induziam o reinvestimento, o que viria fortalecer a capacidade de atração de investimentos de empresas estrangeiras.

Quanto às políticas de competitividade, cabe registrar que o PCI classificava esta em três níveis: estrutural (investimento privado, exportações e tecnologia), setorial e empresarial. O Programa reconhecia que a competitividade estrutural é “determinada pelo funcionamento das estruturas de suporte a economia, das condições gerais do ambiente macroeconômico, da funcionalidade do aparato regulatório e do custo dos fatores externos às empresas”. (BRASIL/MEFP, 1991, p.05 *apud* ERBER; VERMULM, 1993, p.48-49). Em termos de

competitividade setorial, segundo o PCI, esta é “determinada pelas vantagens comparativas naturais, adquiridas ou potenciais, e pelo dinamismo dos diferentes setores da economia” (p.53). Outros dois programas de políticas de competitividade foram o PACT e o PBPQ.

O PACT contemplava a criação de infraestrutura tecnológica, formação de recursos humanos, estímulos à difusão de novos métodos de gestão tecnológica, enfim, elementos voltados para o fortalecimento das condições externas às empresas, para que estas desenvolvessem atividades tecnológicas. O PACT também se voltava para o apoio direto de forma a elevar os gastos nacionais em ciência e tecnologia, de estimados 0,5% do PIB em 1989 para até 1,3% em 1994, buscando o aumento da participação do setor privado em atividades tecnológicas e seu financiamento. O Programa também recomendava “o uso de poder de compra do Estado como instrumento de indução de atividades tecnológicas pelas empresas privadas, embora as restrições de dispêndios destas empresas e o programa de privatização limitem o alcance dessa medida” (p.52). De qualquer forma, uma avaliação do PCI mostraria “que ele nunca passou, de fato, de uma listagem de objetivos e instrumentos. Nunca ficou claro como o conjunto de propostas seria implementado. Crítica semelhante poderia ser feita às propostas do discurso oficial de política industrial veiculadas em fins de 1995”. (BONELLI; VEIGA; BRITO, 1997, p.03).

Já o PBPQ “constitui-se em um esforço de mobilização e articulação do governo com a sociedade, em torno das questões relacionadas com o incremento da qualidade dos bens e serviços produzidos no país e do aumento da produtividade em todo o ambiente econômico” (BRASIL/MEFP, 1991, P.15 *apud* ERBER; VERMULM, 1993, p.52).

Em termos de competitividade setorial, por exemplo, a característica preponderante das recomendações versa sobre a modernização produtiva e tecnológica e a internacionalização de firmas locais, seja nos setores de vantagem competitiva revelada, seja pela associação na forma de *joint-ventures* entre firmas brasileiras e estrangeiras, especialmente nos setores produtores e difusores de progresso técnico. Os resultados desses Programas falharam na ausência de incentivos significativos e continuados, cujas recomendações deveriam ser detalhadas e instrumentalizadas no âmbito dos Grupos Executivos de Política Setorial (GEPs). No entanto, o trabalho desses GEPs “concentrou-se em negociações de preços, relegando as medidas de competitividade setorial ao limbo da indefinição” (ERBER; VERMULM, 1993, p.53). A Câmara do Setor Automotivo foi a única que logrou pleno êxito. Mesmo assim, “aceita-se que o PBQP tenha sido bem sucedido no que se refere à motivação empresarial”. (BONELLI; VEIGA; BRITO, 1997, p.03).

Erber e Vermulm (1993), Baptista e Jorge (1993) e Erber e Cassiolato (1997) convergem em suas avaliações sobre a racionalidade dos documentos da política governamental: a sobreposição das pressões das políticas de competição sobre as de competitividade. Efetivamente, a política de liberalização ampla nos campos financeiro, comercial, de investimentos e de propriedade intelectual, juntamente ao deslocamento dos mecanismos de regulação microeconômica do âmbito do Estado para o âmbito do mercado (competição) produziram resultados mais rápidos do que em resposta às mudanças estruturais visando a competitividade.

Baptista e Jorge (1993, p.05) ressaltam o desequilíbrio estrutural entre os dois tipos de medidas implementadas decorrente de suas próprias naturezas: enquanto as políticas de competitividade são “medidas cujos efeitos se fazem sentir no longo prazo”, as de competição “geram efeitos imediatos no mercado corrente das empresas impactando direta e indiretamente nas suas decisões empresariais” conduzindo “à primazia das medidas de abertura da economia sobre as medidas de fomento ao investimento e produção”. Tal anteposição, com as pressões de competição dominando os incentivos à competitividade, provocou “reações defensivas e contracionistas dos empresários, agravadas pela imprecisão das prioridades setoriais”. (ERBER; CASSIOLATO, 1997, p.38).

Como a pressão competitiva recai sobre a atividade empresarial (o mercado), ela aumenta consideravelmente a incerteza, pois seus efeitos sobre os “custos de investimentos e operações podem ser, de um lado, reduzidos pelas importações de equipamentos e insumos, e de outro, elevados pela desregulamentação de preços e privatização”. (ERBER; VERMULM, 1993, p.58). O problema é que, como advertiam os autores, as margens de lucro dos setores produtores de bens comercializáveis podem cair fortemente, pois já que utilizam insumos e serviços dos setores produtores de bens não comercializáveis, o efeito da abertura sobre seus preços pode ser mais forte que sobre seus custos. Já a outra pinça da PICE, as medidas de competitividade, visava a reduzir o custo do investimento, na suposição que são esses custos que o inibem. “A teoria e a prática empresarial sugerem, no entanto, que a incerteza joga um papel mais importante na decisão de investir que o custo do investimento” (p.58).

O fracasso da política de estabilização da inflação centrado no controle da moeda do primeiro período do Governo Collor levou ao abandono da PICE. Por outro lado, nesse período se sobrepuseram os efeitos do avanço célere da abertura econômica no processo de reestruturação industrial. A reforma tarifária e não tarifária teve impactos e reações estratégicas distintas entre as empresas de um mesmo setor ou de setores diferentes caracterizadas por distintos padrões de concorrência, capacidades tecnológicas e estruturas de

mercado setoriais (FERRAZ; KUPFER; HAGUENAUER, 1996; CIMOLI; KATZ, 2002). A PICE supunha que os empresários teriam um comportamento schumpeteriano e seriam dotados de *animal spirits* simplesmente bestiais, pois esperava uma mudança radical do comportamento empresarial, tanto no que se refere ao investimento privado nacional e estrangeiro, quanto à introdução de inovações tecnológicas e organizacionais. Previa-se que as empresas reagiriam de forma altamente inovativa e agressiva aos desafios postos pelo novo ambiente, uma transformação radical e imediata de um comportamento sedimentado ao longo de décadas, que rendeu inequívocos benefícios às mesmas (ERBER; CASSIOLATO, 1997).

## 5.2 Estabilização da Inflação e a ‘Visão’ de Política Econômica entre 1994 a 2002

Esta seção foi dividida em duas subseções a fim de apreender a bem sucedida estratégia de estabilização inflacionária com Plano Real, tratado na seção 5.2.1, e a política econômica que norteou a condução da economia brasileira entre 1995 a 2002, tratada na seção 5.2.2.

### 5.2.1 O Plano Real

Desde 1981 até o início dos anos 1990, foram implementados nove planos de estabilização, quinze políticas salariais, dezenove modificações nas regras cambiais, vinte e duas propostas de negociação da dívida externa e vinte propostas de ajuste fiscal. Estas tentativas de ajustes fracassados mostram o quanto era difícil a economia brasileira obter simultaneamente o equilíbrio fiscal, monetário e cambial. O Plano Real atacou a inflação e conquistou a estabilidade inflacionária a partir de uma agenda em três frentes: 1) criação em 1993 de um Fundo Social e Emergência (FSE) para 1994 e 1995, que buscava um equilíbrio nas contas do governo nestes anos; 2) a introdução da Unidade Real de Valor (URV) constituía um novo padrão de valor e uma nova unidade de conta, que funcionou como padrão de indexação diário para novos contratos comerciais e financeiros, e referência à formação e ajustes (relativos) de preços e salários, para assegurar o fim da inércia inflacionária; e 3) concluía a reforma monetária com a criação do Real, uma moeda ancorada nas reservas internacionais, com paridade fixa com o dólar americano. (MIRANDA, 1996; FERRARI FILHO, 2001).

A acumulação de reservas internacionais entre 1992 até julho de 1994 contribuiu de maneira decisiva para o sucesso do Plano Real. A volatilidade da taxa de câmbio nos dois

primeiros anos da década foi controlada após a desvalorização cambial de setembro de 1991, quando o Banco Central modificou o mercado de câmbio com o objetivo de manter um cupom cambial estável e positivo, “passando a ajustar a taxa nominal de câmbio em uma estratégia muito próxima à de uma regra de paridade de poder de compra” (MIGUEL, 2001, p.82). Outros dois elementos que contribuíram para elevar a entrada de capitais externos foram o movimento de liberalização dos fluxos de capitais, a partir de maio de 1991, e a expectativa positiva da renegociação da dívida externa nos moldes do Plano Brady<sup>62</sup>, a partir do acordo mexicano em 1990, com reflexo na tendência de queda da percepção de risco quanto aos investimentos em mercados emergentes, e devido ao declínio ininterrupto da taxa de juros dos Estados Unidos até o início de 1994 (quando subiu de 3% para 6% a.a.).

Desde o final do ano de 1991 passou a existir, em função da nova regra da política cambial, um retorno descoberto positivo *ex-post* das taxas de juros domésticas denominada em moeda local resultante de posições descobertas do risco de câmbio (significativamente reduzido) no mercado local. Mantido o diferencial positivo entre as taxas de juros domésticas e externas, de um lado, e a abertura financeira de outro, a conta capital começou a apresentar grandes superávits. A esterilização das entradas de capitais promovidas pelo Banco Central resultou no crescimento contínuo de reservas internacionais, que no conceito de liquidez internacional passaram de US\$ 11,8 bilhões em janeiro de 1992 para US\$ 42,8 bilhões em junho de 1994 (p.82). A abertura financeira da economia brasileira foi mais rápida do que a abertura comercial.

Partindo do mesmo contexto e das políticas similares de abertura econômica seguidas no Brasil e Argentina, Fanelli e Frenkel (1996, p.59-60) examinam os resultados comparados das configurações macroeconômicas dos dois países. O Brasil apresentava uma economia altamente instável, enquanto a Argentina tinha sido recentemente estabilizada. Mesmo assim, o Brasil apresentou melhores resultados devido a um elemento diferenciador: a estabilidade da taxa de câmbio. “El nivel y estabilidad del tipo de cambio real en Brasil es el único elemento de la configuración macroeconómica que jugó a favor de los mejores resultados observables en ese país” (p.60).

A política do BC de manter o cupom cambial *ex post* fortemente positivo entre 1992 até, principalmente, nos primeiros meses do Real (até outubro), pressionou o crescimento da dívida pública, que até meados de 1995 “é praticamente igual à acumulação de reservas

---

<sup>62</sup> Nesta data houve a ampliação da Resolução 2.189 de 1987 do BC, que abria o mercado acionário para investimento estrangeiro e outros ativos (até final de 1993: debentures, derivativos, títulos de privatização, etc.), e de fundos de renda fixa de capital estrangeiro em dezembro de 1993 (Miguel, 2001, p.86). Consultar o autor para uma análise detalhada da política cambial e abertura financeira na década de 1990.

internacionais, indicando a esterilização da entrada de capitais”. (MIGUEL, 2001, p.93). Na prática, antes do Plano Real, tal estratégia não conseguia controlar a liquidez, pois os ativos financeiros não monetários se comportavam como moeda. Em uma economia aberta, a acumulação de reservas internacionais em situações em que a taxa de juros interna é maior que a externa e maior que a taxa de crescimento do PIB leva também a problemas fiscais mesmo quando não há déficit operacional, com o crescimento da relação dívida interna/PIB. (MIRANDA, 1996, p.171).

A recomendação da contração fiscal como instrumento de minimização da tendência de apreciação da taxa real de câmbio decorre da percepção de que os gastos fiscais em queda tendem a afetar mais fortemente os setores produtores de bens não comercializáveis do que o investimento privado. A contração fiscal, portanto, deixaria mais espaço para que a maior liquidez da economia tivesse um efeito mais forte sobre os setores de comercializáveis, minimizando o impacto do aumento dos preços relativos a favor desses bens sobre a elevação taxa de câmbio real. Outras medidas destinadas a contra restar à tendência a apreciação da taxa real de câmbio foram recomendadas, como controle de capitais e políticas industrial, tecnológica e de comércio exterior, a fim de possibilitarem um aumento do grau de liberdade da política monetária.

Com o Plano Real, nos primeiro meses, a nova moeda funcionou como uma âncora monetária, como a elevação significativa das taxas de juros reais, e que provocou a apreciação significativa da taxa de câmbio efetiva. O sucesso do Plano Real no processo de desinflação da economia foi garantido pela âncora cambial, que funcionou na prática como um freio nominal de preços dos *tradables* e salários, operando como um conjunto de regras de emissão de base monetária (teoricamente vinculada à disponibilidade de reservas) para emprestar confiança à moeda e credibilidade à política monetária. (FERRARI FILHO, 2001; BELLUZZO; ALMEIDA, 2002). Mantida a política monetária num patamar de taxa de juros artificialmente elevada, as condições de liquidez da economia ficaram determinadas pelas flutuações das reservas internacionais que dão “cobertura” ao estoque de ativos domésticos líquidos. Nestes termos, “(T)al escolha implica a aceitação do risco de ajustamentos recessivos e da deflação de preços quando mudam as condições de liquidez dos mercados financeiros externos ou quando ocorre uma deterioração dos termos de intercâmbio”. (BELLUZZO; ALMEIDA, 2002, p. 369).

Sendo a taxa de câmbio um dos preços fundamentais da economia, a sobrevalorização do Real contribuiu para a diminuição da relação câmbio/salário, e, conseqüentemente, para o aumento da propensão marginal e média a consumir e a diminuição

da poupança doméstica, que juntamente com o declínio da taxa de investimento (FBCF) colocou a economia em um regime de baixo crescimento econômico (BRESSER-PEREIRA, 2003). Os altos custos de oportunidade para o investimento produtivo expressos em altas taxas de juros inibem as decisões para construção de novas plantas, haja vista as possibilidades de obtenção de elevadíssimos retornos das aplicações financeiras (COUTINHO, 2005).

A necessidade de prometer altos prêmios (juros reais) de risco nos ativos domésticos para os investidores estrangeiros manterem em carteira ativos de capital e/ou títulos da dívida pública denominados em moeda fraca e artificialmente valorizada foi a principal razão para a persistência do regime de taxa de câmbio fixa (BELLUZZO; ALMEIDA, 2002, p. 367). O problema é que, segundo Bresser-Pereira (2003, p.09), “a alta na taxa de juros dificulta os investimentos, promove o desequilíbrio fiscal, e acaba em crise financeira, quando os credores se dão conta que as altas taxas de juros, ao invés de sinal de austeridade monetária, estão ameaçando a capacidade do Estado de honrar sua dívida interna”<sup>63</sup>.

Concomitantemente à fragilidade financeira do setor público, sucessivas crises financeiras tomam conta do cenário internacional na segunda metade da década de 1990. Os custos de juros elevados para a defesa da política cambial após as crises do México, da Ásia e Rússia minaram crescentemente a credibilidade da política fiscal, “culminando na volta da indexação da dívida pública à taxa de *overnight* (pós-fixada) após abril de 1998, que por sua vez eliminou a possibilidade de uma resposta puramente monetária ao ataque especulativo

---

<sup>63</sup> Enquanto o consumo das famílias aumenta rapidamente de 59,64% do PIB em 1994 para 63,34% em 1999, a poupança doméstica diminui de 15,02% em 1995 para 12,05% do PIB em 1999, a poupança externa aumenta de 2,49% para 4,32% do PIB e a formação bruta de capital em preços correntes cai de cerca de 22 por cento em 1994 para 16,4 por cento em 1999. Para esse período particular Bresser-Pereira (2003, p.27), reinterpretando a análise de Celso Furtado, salienta que é o consumo das elites, principalmente devido ao populismo cambial, e não a dos pobres que leva ao déficit público: a valorização artificial do câmbio, em nome do combate a inflação, facilita o consumo de bens e serviços com considerável componente importado. O aumento de poder de compra dos salários com a estabilização de preços e o Real sobrevalorizado impulsionaram as importações, situação conhecida na realidade como “fara dos importados”, criando um déficit comercial crescente. A balança comercial passou de um superávit de cerca 0,5% do PIB em 1994, para uma situação de déficits crescentes até 1997 e 1998 de, respectivamente, 2,2% e 2,0% do PIB, que juntamente aos históricos déficits em conta corrente, impactou de forma crescente nas dificuldades para o financiamento do balanço de pagamentos. A partir do segundo semestre de 1995 até o final de 1997 a acumulação de reservas internacionais passou a diferir fortemente da acumulação da dívida pública. Esta última cresceu R\$ 70 bilhões além do aumento das reservas. Este aumento da dívida pública foi mais determinado pelo grande aumento do déficit operacional do setor público, que passa de uma condição de superávit de 1,3% do PIB em 1994, para déficits operacionais de 5,1% em 1995, 3,8% em 1996, déficits de 4,3% em 1997 e 7,5% em 1998. A razão dívida líquida total do setor público/PIB cresceu 73,6% entre 1994 e 2000 (FERRARI FILHO, 2001). Ferrari também ressalta a fragilidade do sistema financeiro, evidenciada quando o BC interveio através do Programa de Estímulo à Reestruturação e ao Fortalecimento do Sistema Financeiro Nacional (PROER).



sofrido pelo país a partir de agosto de 1998<sup>64</sup>, dado que o aumento de juros passou a refletir-se imediatamente sobre a rolagem da dívida” (MIGUEL, 2001, p.93).

Em 15 de janeiro de 1999 a nova equipe econômica do presidente reeleito muda o regime de câmbio, de fixo para flutuante, logo acompanhado de um *overshooting* que a eleva a taxa de câmbio de cerca de R\$ 1,20/US\$ 1.00 no início de janeiro para R\$ 2,10/US\$ 1.00 em março, com o forte movimento de saída de capitais não apenas diante da repatriação de não residentes, mas também pela fuga de capital causada por residentes. No segundo semestre de 1999, introduz-se mais um dos pés do tripé da política econômica: o regime de metas de inflação.

Cada um destes três elementos fundamentais da política econômica, notadamente o novo tripé constituído pelo regime de câmbio flutuante, metas de superávit primário e metas de inflação, seguiriam intactos no período entre 2003 a 2010. De 2003 em diante a ênfase da política econômica recaiu sobre as reformas microeconômicas, uma nova política industrial, programas de incentivos setoriais, reformulação do marco regulatório para P&D&I com a Lei da Inovações e a “Lei do Bem”, e o Plano de Aceleração de Crescimento (PAC), devidamente comentados mais adiante.

### 5.2.2 Política Econômica entre 1994 a 2002

Alguns especialistas e gestores da política econômica do Governo do ex-presidente Fernando Henrique Cardoso escreveram artigos ou documentos, como Mendonça de Barros<sup>65</sup> e Goldenstein (1997) e o de Gustavo Franco<sup>66</sup> (1998), em que analisavam as condições virtuosas para a retomada do crescimento sustentado, basicamente diante do novo regime macroeconômico de abertura comercial e financeira, atração de investimentos diretos e da estabilização e privatização.

---

<sup>64</sup> O ataque especulativo ao Real de 1998 seguido à crise da economia russa provocou a perda de US\$ 40 bilhões de reservas entre agosto a novembro de 1998. Mantida a política cambial pela equipe econômica, “principalmente pelo fato de que 1998 era politicamente importante devido à eleição presidencial”, ela insistia no “conservadorismo fiscal-monetário” (FERRARI FILHO, 2001). Ao contrário do que aconteceu após as crises do México e do Leste Asiático, “a elevação da taxa de juros não foi suficiente para evitar a crise cambial e [...] estimular o ingresso de capital estrangeiro, imprescindível para estabilizar as reservas internacionais” (*ibidem*). A solução do problema resultou num acordo para a disponibilização de US\$ 41 bilhões pelo Fundo Monetário Internacional (FMI) ao Brasil, um programa para estabilizar a dívida líquida abaixo dos 50% do PIB, a partir da obtenção de superávits primários entre 3% e 3,3% do PIB entre os anos de 1999 a 2001. Estes acontecimentos prenunciam o fim da manutenção do difícil regime de âncora cambial pela nova equipe econômica diante da fragilidade financeira externa do país.

<sup>65</sup> Então Secretário de Política Econômica.

<sup>66</sup> Diretor de Assuntos Internacionais do Banco Central e posteriormente Presidente do Banco Central.

Para Barros e Goldenstein (1997), a ampliação do mercado doméstico promovida pela estabilização e abertura abria espaço para o aumento do investimento capaz de impulsionar um novo período de crescimento econômico. Afirmavam que embora o início da expansão esteja associado ao surgimento de desequilíbrios externos provocados pelo forte aumento das importações de bens de consumo durável e de bens de capital, estes investimentos corrigiriam tais desequilíbrios, na expectativa de redução futura da penetração de importações e, em menor medida, pela elevação dos coeficientes de exportações. Já em relação ao papel do capital estrangeiro, o mesmo cumpriria três funções cruciais: 1) financiar o crescimento e os desequilíbrios externos transitórios; 2) participar como um dos atores principais do processo de reestruturação industrial, pelo fornecimento de tecnologias para modernização organizacional e produtiva; e 3) garantir acesso aos canais de comércio e/ou cadeias de valor internacional.

Essas mudanças “têm provocado uma verdadeira revolução [...] (a) estrutura básica do capitalismo brasileiro, o tripé composto pela empresa estatal, pela empresa estrangeira e pela empresa nacional familiar, que teve seu início nos anos 30 e consolidou-se nos anos 70 com o II PND, está com seus dias contados” (p.11). A profunda reestruturação, “é um processo doloroso por implicar certa concentração e desnacionalização. Entretanto, é um processo positivo” [...] “porque está permitindo não só a consolidação da estabilização, mas também a construção das bases para a retomada de um crescimento sustentado” (p.27). Os autores também reconheciam que havia questões não adequadamente equacionadas no novo modelo, como o destino dos setores de bens de capital e de tecnologia de ponta e o problema do emprego. Não acreditam na existência de um processo de desindustrialização, pois o expressivo aumento das importações seria passageiro e abriria espaço para novas substituições de importações em um processo de adensamento e reintegração produtiva (p.29). Na avaliação de Carvalho e Feijó (2000) a partir desse sentido, os autores podem ser considerados integrantes de uma vertente reformista não ortodoxa.

Em linhas gerais, a interpretação de Gustavo Franco (1998), sobre os benefícios da inserção externa e da estabilização da economia sobre o desenvolvimento do país corresponde em linhas gerais à análise de Barros e Goldenstein (1997). Franco entende que a estabilização e os efeitos do “processo de abertura, através dos seus efeitos sobre o dinamismo tecnológico do país, definirá os contornos básicos do novo ciclo de crescimento” (FRANCO, 1998, p.122). O autor afirma que o “Brasil ficou à margem do processo de globalização na última década (1980) em função de vários fatores como a instabilidade macroeconômica e a degeneração das políticas comerciais e industriais locais”. (p.127). À estagnação do

crescimento e da produtividade industrial e para a piora na distribuição de renda o autor atribui a “exaustão” do modelo anterior de ISI. A mudança do regime macroeconômico com a abertura e a estabilização tornariam essas deficiências ainda mais evidentes, e colocaria em movimento uma série de pressões competitivas no sentido da sua correção.

Em primeiro lugar, Franco (1998) parte do fato de que, na era da “globalização”, o crescimento do comércio e do investimento internacional ocorria em níveis consistentemente superiores ao crescimento da produção. Os principais líderes dos investimentos e da produção em nível internacional eram as redes de filiais de empresas estrangeiras, que no processo, deixariam o *status* de “federação de filiais”, e buscariam estratégias de racionalização em escala global, compreendendo a processos de desverticalização, *outsourcing* e realocação da produção em nível mundial. A importância da abertura para o Brasil residiria, portanto, segundo o autor, na “inserção positiva do país no processo de internacionalização da produção e como determinante do crescimento acelerado da produtividade” (p.122) uma vez que os coeficientes de comércio, “especialmente de importação das filiais brasileiras é ainda bastante inferior à média mundial, e o investimento direto tem um enorme terreno a recuperar” (p.125). O novo modelo de crescimento segundo o autor deveria contemplar “um grau de abertura substancialmente maior – talvez o dobro ou o triplo do que hoje temos” (p.140).

Nesse sentido a liberalização comercial e financeira aparece como o principal componente, não só por seus impactos sobre a estrutura, desempenho e perspectivas das empresas, mas também por introduzir a competição, que induz os aumentos de produtividade e qualidade do produto industrial, compatível com a estabilidade de preços e o aumento da integração internacional: “a mudança nos ‘fundamentos’ da dinâmica de competição decorrente da abertura, ou seja, a mudança na estrutura de mercado, produz as condutas virtuosas que produzem maior eficiência”. (p.129).

Ao lado dessas “expectativas”, um segundo processo virtuoso era esperado com a abertura: a diminuição dos preços relativos dos bens comercializáveis em relação aos não comercializáveis provocados pelo maior ganho de produtividade do primeiro grupo de bens teria um efeito distributivo pelo aumento do mercado e pelo aumento dos salários<sup>67</sup>. Concomitantemente a esse efeito distributivo para expansão do mercado, soma-se que a estabilização e a integração regional ampliariam ainda mais o mercado, e um círculo virtuoso

---

<sup>67</sup> Barros e Goldenstein (1997, p.27) também realçam esse ponto. “A abertura, ao introduzir a competição na economia, tem um brutal impacto de distribuição de renda através da redução das margens de lucro das empresas até então protegidas pela reserva de mercado e do conseqüente aumento da competitividade que elas são obrigadas a implementar. A redução dos preços dos bens de consumo assalariado eleva o salário real e amplia significativamente o mercado para outros bens. Além disso, a redução das tarifas de importação também resulta em transferência de renda do governo para os consumidores”.

se criaria com o aumento dos investimentos externos que aumentam a produtividade, que melhoram a distribuição de renda, aumentam o mercado, e assim por diante. Ademais, a apreciação da taxa de câmbio real induzida por tais aumentos de produtividade era inevitável, como também o foram em todos os processos bem sucedidos de estabilização. A taxa de câmbio resultante após o Real na visão de Franco seria uma “nova taxa de câmbio de equilíbrio”, condizente com os ganhos de produtividade na primeira metade da década de 1990 e com a necessidade de absorção de poupança externa para o financiamento dos déficits na conta corrente do balanço de pagamentos.

As interpretações de Barros e Goldenstein (1997) e de Franco (1998), “constituem um discurso oficioso, sugerem que, embora a hegemonia do paradigma liberal seja incontestável”, com esses círculos virtuosos que se instalariam na economia brasileira, “tornam dispensável uma política industrial e tecnológica”. (ERBER; CASSIOLATO, 1997, p.39).

Na prática, caso se analise pela ótica da efetividade das políticas na década de 1990, principalmente na sua segunda metade, a volta do investimento direto estrangeiro não apenas não foi suficiente face às necessidades de financiamento externo dos expressivos déficits em conta corrente, como também se direcionou para compra de empresas privatizadas principalmente para área de energia e telecomunicações, que atenuava o problema no curto prazo. A inundação do mercado interno de produtos importados, como de calçados, brinquedos e automóveis, justificaram a adoção de políticas setoriais na agenda “reformista” do Governo, mas novamente sem uma visão estrutural e estratégica que hierarquizasse os setores. (ERBER; CASSIOLATO, 1997).

### 5.3 Políticas Econômica e Industrial nos Anos 2000

Talvez a característica mais marcante da política econômica que se estende de 2003 a 2010 em relação à praticada pelo governo “FHC” entre 1999 e 2002 seja sua continuidade: um período de “consolidação do modelo de crescimento instável e de baixo dinamismo”. (AMITRANO, 2006, p.205). Entretanto, em outro trabalho, Amitrano ratifica sua hipótese para o período como o de “transição para taxas de crescimento moderadas e relativamente mais estáveis”. (AMITRANO, 2010, p.57). Essa última caracterização parece ser apropriada, haja vista a continuidade da condução do “novo” regime de política macroeconômica constituído pelos regimes de câmbio flexível, de metas de inflação e obtenção de superávit fiscal primário elevado, como também do marco regulatório e competitivo e das reformas

microeconômicas voltadas para os direitos de propriedade, minimização das assimetrias de informação e das falhas de governo, tais como:

securitização de passivos; redução de assimetrias de informação no sistema de crédito produtivo; desoneração da poupança de longo prazo; criação de um bom sistema de registro ou garantia de propriedade, consubstanciado, sobretudo, nas tentativas de alteração da lei de falências; implementação de mecanismos eficientes de resolução de conflitos; consolidação de um clima de investimentos adequado, baseado no sistema de defesa da concorrência e na redução da burocracia para implementação de negócios. (AMITRANO, 2006, p.212).

Entretanto, há algumas especificidades das ações do Estado ensejadas como uma política de desenvolvimento que distingue o contexto das políticas do governo do ex-presidente Luiz Inácio Lula da Silva, tais como: o retorno das políticas industriais e de comércio exterior (como a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior no final de 2003, doravante PITCE, e a Política de Desenvolvimento Produtivo, PDP, em 2008); políticas de renda (com os aumentos do salário mínimo); reforma do marco regulatório de incentivos para o desenvolvimento tecnológico – P&D&I - (reformas institucionais como a “Lei do Bem” em 2005); e o Plano de Aceleração do Crescimento após em 2006 (PAC), mesmo que tímido, atuou positivamente sobre as expectativas empresariais e o investimento privado. Também pode ser incluído nesse rol o excelente contexto quanto à melhora substancial das condições de liquidez internacional, as importações de *commodities* agrominerais pela China e o aumento de seus preços, além das condições favoráveis da taxa de câmbio desvalorizada para o aumento das exportações, que chegou a cerca de 4,00 R\$/US\$ no final de 2002 frente à incerteza da sucessão presidencial. (GIAMBIAGI, 2005).

A manutenção do novo tripé de política econômica e, mesmo com as excepcionais condições internacionais, a administração do regime de metas perdeu graus de liberdade na sua condução em 2004, implicando até alguma perda de oportunidade para a aceleração do crescimento. Mas com o aumento das exportações e o fortalecimento das políticas de crédito e financiamento de um lado, e a política de aumento do salário mínimo de outro, os níveis de ocupação da capacidade industrial cresceram e o investimento voltou com o aumento da produção e do emprego industrial. É evidente que as políticas de rendas e de financiamento puderam ser empregadas devido aos substanciais ganhos de produtividade do ajuste industrial da década de 1990, até porque as ações ensejadas como políticas de desenvolvimento deram-se em um quadro de continuidade da política econômica do governo FHC.

A ocupação dos níveis de capacidade ociosa, o aumento do investimento e do emprego industrial a partir de 2001 (até a crise financeira internacional em julho de 2008, e a forte recuperação da produção industrial em 2010) parecem indicar que o processo de ajuste da indústria brasileira à abertura da economia - iniciado na década de 1990, e que teve como uma de suas principais consequências a retração do nível de emprego - estaria, grosso modo, concluída. Também se reconhece o sucesso da autoridade monetária e do tesouro nacional no alongamento do perfil e desindexação da dívida pública à variação cambial Real/Dólar, e também a melhora substancial nos ‘fundamentos’ da economia brasileira, principalmente no que se refere à solidez das contas externas.

### 5.3.1 Políticas Industriais: As Diretrizes da PITCE e da PDP

Nos meses finais do Governo FHC foram criados Fundos Setoriais para Ciência, Tecnologia e Inovação (C&T&I), “Fóruns de Competitividade” e proposta uma Lei de Inovação, que sugerem um reposicionamento do antigo governo quanto à importância das políticas industriais para o crescimento econômico sustentado. A formulação em 2003 e o anúncio da PITCE em março de 2004 representam uma consolidação positiva da agenda na superação de mais de 20 anos de viés contra uma política industrial no país.

Seguindo em linhas gerais os objetivos de política industrial apresentado no documento “Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior”, seu objetivo declarado foi buscar “o aumento da eficiência econômica e do desenvolvimento e difusão de tecnologias com maior potencial de indução do nível de atividade e de competição no comércio internacional”, e estará focada no “aumento da eficiência da estrutura produtiva, no aumento da capacidade de inovação das empresas brasileiras e expansão das exportações”; (...) “estimulando os setores onde o Brasil tem maior capacidade ou necessidade de desenvolver vantagens competitivas, abrindo caminhos para inserção nos setores mais dinâmicos dos fluxos de troca internacionais”. (BRASIL, 2003, p.02-03).

O documento enfatiza que a PITCE “não é uma iniciativa isolada” e reconhece que a mesma faz “parte de um conjunto de ações que compõem a estratégia de desenvolvimento apresentada no documento *Orientação Estratégica de Governo: Crescimento Sustentável, Emprego e Inclusão Social*”. Esta política estaria “articulada com os investimentos planejados para a infraestrutura e com os projetos de promoção do desenvolvimento regional” (p.03). A PITCE também busca articular o desenvolvimento regional no campo de ação das diretrizes com a integração com o Grupo de Trabalho (GT) dos arranjos produtivos locais (APLs).

É importante frisar que o documento reconhece a necessidade de compatibilidade entre as condições macroeconômicas e a nova política industrial para efetividade dos objetivos propostos, como a redução das taxas de juros, a retomada do crédito interno e externo, desoneração dos investimentos em P&D e bens de capital e a redução do risco Brasil. Estes “são aspectos centrais para a retomada do investimento privado e do crescimento econômico” (p.01). Entretanto,

o estabelecimento de uma nova trajetória de desenvolvimento e a superação dos desequilíbrios internos e externos enfrentados pela economia brasileira nas últimas duas décadas requer, igualmente, políticas públicas e reformas que aumentem a eficiência da atividade produtiva e estimulem o aumento da taxa de investimento e de poupança como fração do PIB. (BRASIL, 2003, p.01-02).

As ações na implantação da PITCE estariam articuladas às linhas de inovação e desenvolvimento tecnológico; inserção externa; modernização industrial; capacidade e escala produtiva; opções estratégicas de estímulo aos setores de semicondutores, software, fármacos e medicamentos; bens de capital; e estímulos em áreas como a biotecnologia, nanotecnologia, biomassa e energias renováveis. Ao colocar a inovação, a difusão e o desenvolvimento tecnológico com o devido fortalecimento do Sistema Nacional de Inovações no centro de sua formulação, e selecionar setores que são caracterizados justamente pela transversalidade no tecido econômico (não apenas industrial) como o de semicondutores, software e bens de capital, a PITCE avançou na ênfase da política industrial como estratégia de desenvolvimento. A avaliação positiva decorre, segundo Suzigan e Furtado, da retirada da

ênfase na questão da balança comercial, sobretudo o aspecto substituição de importações, e a promoção de exportações foi ganhando contornos de política de promoção comercial, ao lado de uma vertente mais diplomática (da qual o eixo com a China é o exemplo mais forte). E, acima de tudo, a PITCE acertadamente colocou a inovação e o desenvolvimento tecnológico no centro da sua formulação, selecionou setores difusores de tecnologias e inovações (bens de capital, software e semicondutores) para espriar soluções pelo tecido econômico (não apenas o industrial em sentido estreito), e definiu duas áreas *portadoras de futuro* como prioridades para o desenvolvimento científico e tecnológico nacional. Inovação é muito mais do que desenvolvimento tecnológico, é bem sabido; mas o desenvolvimento tecnológico é a principal fonte de inovações, ademais de ser a única que não se esgota. (grifo dos autores, SUZIGAN; FURTADO, 2006, p.177).

É importante frisar que a ênfase da PITCE não é a “construção de setores”, mas a inovação e o desenvolvimento industrial dos já existentes, até porque outras atividades portadoras de futuro elegidas, como a biotecnologia, nanotecnologia, biomassa e energias renováveis, são campos tecnológicos e segmentos específicos. Quanto aos meios para implementação da PITCE, registram-se avanços no marco legal para a inovação, para os investimentos em P&D, desoneração tributária e oferta de linhas de financiamento de bens de capital pelo BNDES, criação e reestruturação de instituições.

O estabelecimento do marco regulatório dedicado à promoção da inovação é constituído de Lei de Inovação, a Lei do Bem, a Lei de Biossegurança e pela Política de Desenvolvimento da Biotecnologia. Foram criados em 2005 o Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) com o objetivo de organizar uma engenharia institucional capaz de dar coerência às ações propostas e encorajar a comunicação entre o setor público e o setor privado. O Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) foi reestruturado com o objetivo de aperfeiçoar os processos referentes ao registro de propriedade intelectual (FERRAZ, 2009). De forma complementar, conforme admitem Salerno<sup>68</sup> e Daher (2006, p.09) “há uma miríade de órgãos públicos que manipulam algum instrumento de política industrial e tecnológica<sup>69</sup>, configurando-se um sério problema de coordenação”. Também foram introduzidos programas de financiamento específicos para alguns setores estratégicos definidos pela PITCE, a exemplo do de fármacos (Profarma), de *software* (Prosoft), e o Modermaq, para bens de capital, mediante a atuação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Já as ações para promoção da inovação, o pilar da PITCE, envolveram:

- a) incentivar as atividades de inovação na empresa, através de incentivos fiscais (lei do bem - 11.196 de 21/11/2005), creditícios (R\$3 bilhões pelo BNDES e Finep, dos quais 1,2 não reembolsáveis), compras governamentais e possibilidade de subsídio direto às empresas (lei de inovação), simplificação de procedimentos (incentivos fiscais automáticos, procedimentos simplificados para novos programas Finep); b) desenvolvimento de instrumentos diferenciados para cada tipo de público – empresas nascentes de base tecnológica; pequenas, médias e grandes empresas; c) fortalecimento do sistema de propriedade intelectual (INPI); d) fortalecimento do sistema brasileiro de metrologia, normalização e avaliação de conformidade, capitaneado pelo Inmetro; d) apoio ao desenvolvimento de

---

<sup>68</sup> Salerno foi um dos formuladores da PITCE.

<sup>69</sup> Por exemplo, MDIC, MCT, MF, MPOG, MAPA, MIN, MME, MS, Apex-Brasil, BNDES, CNPq, Finep, além das instituições estaduais e municipais (como as FAPs, política tributária municipal etc.), Sebrae e outros.



instituições públicas de pesquisa; e) eliminação de entraves legais à aproximação entre instituições públicas de ciência e tecnologia (ICTs – universidades, institutos tecnológicos etc.), através da lei de inovação; e) formação de recursos humanos, através do aumento dos cursos de engenharia e das bolsas direcionadas a áreas tecnológicas; f) desenvolvimento de programas estratégicos nacionais pelo MCT (espacial, nuclear etc.)” (SALERNO; DAHER, 2006, p.12).

Em outubro de 2005, a chamada “MP” do Bem introduziu o RECAP – Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras, que reduziu a zero as alíquotas de PIS/PASEP e COFINS nas compras internas e nas importações de máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos dedicados à incorporação do ativo imobilizado das empresas exportadoras, tal como definidas naquele instrumento. A “MP” do Bem também reduziu em 50% o IPI incidente sobre pesquisa e desenvolvimento (bem como acessórios e ferramentas que os acompanham) destinados à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico. No final do ano, a redução a zero da alíquota de IPI foi estendida a tratores agrícolas e a partes e componentes de 14 bens de capital, como turbinas a vapor, bombas, compressores e gases, máquinas para indústria metalúrgica, siderúrgica e fornos industriais, entre outros, produtos que, como bens terminados, já haviam sido beneficiadas pelas reduções a zero do IPI anteriormente. (ECOSTRAT/ABIMAQ, 2006, p.26).

A PITCE, portanto, deu primeiro passo para o alinhamento e a articulação institucional intra-estado, buscando reconstruir o marco regulatório de incentivos e as instituições para implementação de uma política industrial que elege a inovação e o desenvolvimento tecnológico como prioritários. Nesse sentido, a opção pelo lançamento de um documento em bases genéricas, sem a especificação de metas, se deu necessariamente, haja vista a não existência de instituições e mecanismos de coordenação no aparelho estatal para implementá-la. O detalhamento das propostas de políticas da PITCE ocorreu em março de 2004. “Os pontos fortes da PITCE são: as metas, o foco na inovação e, em certa medida, o reconhecimento da necessidade de uma nova organização institucional para executar a coordenação da política”. (SUZIGAN; FURTADO, 2006, p.144).

Não obstante, a maioria das críticas à PITCE diz respeito exatamente a esse ponto: as grandes dificuldades encontradas em sua fase inicial de execução, em especial, a insuficiência do aparato institucional e a incompatibilidade entre os objetivos da política macroeconômica e o desenvolvimento industrial. (KUPFER, 2006 *apud* FERRAZ, 2009, p.244). Suas fraquezas, de acordo com Suzigan e Furtado (2006, p.174), “resultam de: incompatibilidade entre a PITCE e a política macroeconômica (particularmente juros e estrutura tributária), falta de articulação dos instrumentos e destes com as demandas das empresas, precariedade da

infraestrutura, insuficiências do sistema de C,T&I, e fragilidade de comando e coordenação do processo da PI”. Em outro trabalho, Suzigan e Furtado (2010, p.24-25) reforçam as críticas ao sugerirem que,

apesar de várias inovações institucionais e do foco criado pela PITCE, o que se verifica é que as instituições da área tendem a atuar de forma autônoma, assíncrona (mesmo quando em sintonia com as prioridades da PITCE), com frequentes conflitos de competências, sobreposição de funções, duplicação de esforços, e o que é pior: deixam de atender integralmente às ações institucionais requeridas pela implementação de uma estratégia como a preconizada pela PITCE”. [...]

Apesar da provável resistência a mudanças, a reforma do sistema institucional de política industrial parece incontornável. O desenho atual, mesmo com algumas inovações introduzidas recentemente, é retrato tanto do envelhecimento quanto da recorrente criação *ad hoc* de instrumentos e/ou instâncias superiores do Estado para tentar planejar, coordenar, articular os vários segmentos e implementar a política. Tem sido prática comum criar novas instituições sempre que há percepção da necessidade de coordenar, ou quando um novo programa ou um novo instrumento é criado, ou ainda quando muda a administração federal. Essa prática acaba agravando o problema ao tornar cada vez mais complexa a organização institucional do Estado.

A política industrial ganhou nova estatura com o lançamento, em maio de 2008, da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), ou PITCE II, no segundo mandato do presidente Lula. O IEDI (2011, p.74), por exemplo, considera a PDP como “um novo marco na política industrial brasileira, não só por ela resgatar um programa mais abrangente de promoção da indústria nacional, mas também porque tal programa se harmoniza, em grande parte, com o conceito mais atual e complexo de política industrial”. Se o contexto de lançamento da PITCE I era de início de um novo período de crescimento econômico (ainda que não à vista), o objetivo central da PITCE II foi a criação de incentivos e ações para sustentação do ciclo de expansão da economia através da busca de macrometas alcançáveis até 2010, por exemplo, como de crescimento da taxa de investimento, do P&D privado (P&D/PIB) e aumento das exportações<sup>70</sup>.

---

<sup>70</sup> Especificamente as metas (não atendidas) foram: i) ampliar a participação do investimento no PIB de 17,4% em 2007 para 21% em 2010; ii) estimular a inovação mediante a elevação da participação de P&D privado no PIB de 0,51% em 2005 para 0,65% em 2010; iii) aumentar a participação das exportações brasileiras no total das exportações mundiais de 1,18% em 2007 para 1,25% em 2010; e iv) aumentar o número de MPEs exportadoras, mediante aumento de 10% em relação ao número de MPEs existentes em 2006.

O PDP elegeu como desafio ampliar a capacidade de oferta, preservar a robustez do balanço de pagamentos, elevar a capacidade de inovação e fortalecer as micro, pequenas e médias empresas através de ações sistêmicas (orientadas para a geração de externalidades positivas para toda a estrutura produtiva), programas de destaque estratégicos (orientados para temas relevantes para o desenvolvimento do país no longo prazo) e programas estruturantes (orientados para sistemas produtivos, considerando a diversidade da estrutura produtiva doméstica). O PDP estabeleceu programas para 25 setores, os quais foram agrupados em três níveis, tendo como objetivos: 1) *programas para fortalecer a competitividade* dos setores de bens de capital seriados e sob encomenda, complexos automotivos e de serviços, construção civil, couro, calçados e artefatos, indústrias aeronáutica, naval, madeira e móveis, plásticos, higiene pessoal, perfumaria e cosméticos e sistema agroindustrial; 2) *programas mobilizadores em áreas estratégicas*, tais como da nanotecnologia, biotecnologia, complexo de defesa, complexo industrial da saúde, energia, tecnologias de informação e comunicação; e 3) *programas para consolidar e expandir a liderança* de celulose, mineração, siderurgia, indústria têxtil, confecções e carnes.

Segundo avaliação de Coutinho<sup>71</sup> o PDP é abrangente, mas com foco na inovação e investimento para sustentar o crescimento. Ele exige intensa coordenação, mas possui sistema de gestão com responsabilidades definidas. Também avançou na definição de cronograma e indicadores para monitoramento e avaliação permanentes. Conforme ressalta “(é) um processo aberto e evolutivo que requer avanços na organização empresarial e na gestão governamental, [...] (I)mplica novo patamar na relação público-privada e demanda compromissos recíprocos firmes”, conclui.

#### 5.4 Desempenho Econômico e Ajustamento Estrutural no Brasil após 1990

Os primeiros três anos da década de 1990 foram marcados pelo fracasso da política de estabilização do Governo Collor, pela recessão e a retração generalizada de investimentos para ampliação da capacidade produtiva instalada na economia brasileira. O PIB retrocedeu 4,3% em 1990, cresceu 1,0% em 1991, para cair novamente em cerca de 0,5% em 1992. A recessão penalizou mais a indústria de transformação, que acumulou queda de cerca de 15% nesse período (1990-92), embora em termos físicos registre queda de apenas 6%, o que já mostra diminuição substancial dos preços dos produtos industriais. Como na década anterior,

---

<sup>71</sup> Ver apresentação de Luciano Coutinho da PDP no site [www.pdp.gov.br](http://www.pdp.gov.br).

tal ambiente macroeconômico suscitou ajustes defensivos do setor privado, quando não francamente contracionistas<sup>72</sup>. Efetivamente, o fraco desempenho do PIB e o baixo nível de investimento, num contexto de abertura econômica, valorização e volatilidade cambial, juros elevados, privatizações e mudança de paradigma tecnológico, refletiram negativamente no desempenho dos vários setores da indústria brasileira, particularmente no setor de bens de capital.

Entre a média do período 1987-89 a 1993 o emprego industrial (em milhões de pessoas) caiu 21,2%, o PIB industrial caiu 5,5%, as exportações e importações (em US\$ milhões) aumentaram, respectivamente, 23,3% e 60,9%, enquanto os investimentos como porcentagem do PIB caíram 17,2%. (COUTINHO; FERRAZ, 1993, p.17).

Bielschowsky (1999) e Laplane e Sarti (2006) consideram que a reestruturação foi um processo emergencial para as empresas: primeiro, pela agudez da crise macroeconômica associada ao Governo Collor; segundo, pela confirmação da percepção sobre a irreversibilidade da abertura econômica; e terceiro, pela valorização da taxa de câmbio e juros elevados.

A violenta concorrência de produtos importados em condições de câmbio valorizado foi benéfica quanto à estabilização de preços após o Plano Real, mais pelo efeito sobre a demanda do que sobre a oferta.

O PIB cresceu em média 0,22% ao ano entre 1990-93, cerca de 3% entre 1994-98, 2% em média entre 1999-02. Uma análise dos componentes do crescimento do PIB pela ótica da demanda agregada no período de 1990 a 2010 revela, conforme a Tabela 4.1, algumas características do comportamento de seus componentes.

Entre 1990 e 1993, caracterizados como anos de crise, nota-se uma maior taxa anual média de crescimento das importações e queda da taxa de investimento, indicando os ajustes estruturais defensivos empreendidos. No período entre 1994 e 1998 as importações cresceram em média cerca de 14,2% ao ano, mas registra-se também o aumento do investimento e, com o crescimento do salário real e da renda pelo sucesso da política econômica de estabilização da inflação, impactou no aumento do consumo das famílias. O aumento do consumo das famílias teve uma contribuição global para crescimento do PIB de cerca de 13% entre 1994 e

---

<sup>72</sup> As empresas industriais responderam de maneira diferenciada ao longo dos dois períodos que apresentaram mais intensa depressão durante quase uma década e meia de estagnação (1980-83 e 1989-92). No primeiro, se ajustaram fundamentalmente no plano financeiro-patrimonial, reduzindo significativamente seus níveis de endividamento, contrabalançaram a redução de produção e demanda com crescentes ganhos não operacionais. O segundo ajuste, realizado por influência da abertura comercial, foi caracterizado por reestruturações da produção propriamente dita.

1998. Esse período foi caracterizado em um trabalho da CNI (Confederação Nacional da Indústria) em parceria com a Cepal como um período de miniciclo de modernização, especialmente entre 1996 e 1998, como foco na racionalização (BIELSCHOWSKY, 1999). As exportações contribuíram com 1,2% do crescimento do PIB de 1994-98. As importações, que já vinham crescendo a uma taxa média três vezes superior às exportações entre os anos de 1990-93, cresceram à taxa média mais de quatro vezes superior às exportações entre 1994-98.

No período entre 1999 e 2002, por outro lado, a taxa média de crescimento das exportações foi quase três vezes superior à taxa média do período anterior, contribuindo com, aproximadamente, 3,5% do PIB nesse período. Já a FBCF registra taxa média anual de crescimento negativa de cerca de -2,0% ao ano, e contribuição negativa para o crescimento do PIB de cerca de 8% entre 1999-02.

No período entre 1999 a 2002 o PIB foi “puxado” pelas exportações, que liderou o crescimento dos componentes da demanda agregada, como mostra a Tabela 6. Esta configuração foi confirmada entre 2003 e 2008, enquanto os investimentos também se expandiram neste período como desdobramento direto e indireto do aumento das exportações, e com reflexo positivo para o crescimento da ocupação da capacidade industrial instalada, do aumento do emprego, dos salários reais e da renda. Ainda que haja diferenças entre o perfil e o ritmo de crescimento econômico e industrial entre os dois subperíodos que podem ser identificados desde a desvalorização do Real entre 1999 e 2002, e entre 2003 a 2010 - período caracterizado pela revalorização da moeda -, o crescimento ocorreu sem alterar de maneira substancial a especialização produtiva e o padrão de inserção internacional. Mesmo assim registra-se, especialmente entre 2003 e 2008, um regime de crescimento econômico menos restritivo relativamente ao observado na década de 1990, de ajustes estruturais, “puxado” pelo crescimento das exportações, pelo consumo das famílias e pelo investimento privado.

**Tabela 6 - Taxa Média Anual de Crescimento do PIB: Ótica da Demanda – 1990-2010**

	1990/93	1994/98	1994/02	1999/02	1990/02	2003/08	2003/10 (em %)
Crescimento do PIB	0,22	3,06	2,65	2,13	1,90	4,21	4,06
Consumo (Famílias + Governo)	0,93	3,53	2,79	1,87	2,22	3,83	4,16
FBCF	-3,98	6,29	2,61	-1,99	0,58	7,56	7,50
Exportação	4,62	3,50	5,95	9,01	5,54	7,80	6,15
Importação (-)	13,34	14,23	6,28	-3,65	8,45	12,31	12,76

Fonte: IBGE - Sistema de Contas Nacionais (Referência 2000). Ipea/Dimac, 2011.

Conforme a tabela, a taxa média anual do crescimento do PIB entre 2003 a 2010 foi de cerca de 4,0%. Em contraste com período de fortes ajustes estruturais da década de 1990, o crescimento econômico na década de 2000 foi configurado pelo lado da demanda, em ordem de importância, pelo aumento das exportações, pelo consumo, principalmente das famílias, e pela FBCF. Chama também atenção que o melhor desempenho do PIB e das exportações nos anos 2000 foi acompanhado de aumento ainda maior das importações, com exceção, e conforme esperado, entre o período de queda de importações entre 1999 e 2002, tendo em vista a desvalorização cambial.

Já uma análise dos componentes do crescimento do PIB pela ótica da oferta no período de 1990 a 2002 revela, conforme a Tabela 7, que a agropecuária foi o setor com maior taxa média anual de crescimento entre 1990-02, seguido pelo crescimento dos serviços e da indústria. O período que a agropecuária também apresentou melhor desempenho foi entre 1999-02, possivelmente devido as melhores condições cambiais para exportação.

Em relação à década de 1990, a indústria apresentou melhor desempenho entre 1994-98, quando cresceu a taxa média anual de 2,2%, fase em que os preços relativos dos produtos industriais mais se ajustaram, principalmente os bens de capital. Também se registra que, para o período entre 2003 a 2010, os setores de agropecuária, indústria e serviços tiveram crescimento médio anual mais “equilibrado” do que em relação a década de 1990. A indústria cresceu em média 3,4% neste período, e não por acaso a taxa média anual do crescimento do PIB entre 2003 e 2010 apresentou melhor desempenho.

**Tabela 7 - Taxa Média Anual de Crescimento do PIB: Ótica da Oferta – 1990-2010**

	(em %)						
	1990/93	1994/98	1994/02	1999/02	1990/02	2003/08	2003/10
Crescimento do PIB	0,22	3,06	2,65	2,13	1,90	4,21	4,06
Agropecuária	1,02	4,07	4,69	5,47	3,56	4,06	3,45
Indústria	-0,97	3,10	2,21	1,10	1,23	3,80	3,45
Serviços	0,87	2,62	2,55	2,47	2,04	4,12	4,05

Fonte: IBGE - Sistema de Contas Nacionais (Referência 2000). Ipea/Dimac, 2011.

Entre 1990 a 2002, conforme a Tabela 8, a indústria de transformação cresceu em média 0,7% ao ano, enquanto os segmentos produtores de bens de capital e setores de bens de consumo não duráveis registraram os piores desempenhos, com taxas de crescimento médias anuais de, respectivamente, 0,4% e 0,7%. O segmento de bens de consumo duráveis registrou taxa média anual de crescimento de 4,2% nesses 13 anos, liderado pela produção de automóveis e autopeças, produtos eletrônicos e eletrodomésticos, enquanto um desempenho

ainda melhor foi registrado na indústria extrativa mineral, que cresceu, em média, 6,5% ao ano, um crescimento global da produção de cerca de 84% no período.

A mudança para o regime câmbio flutuante em 1999 e a desvalorização do Real, juntamente ao aumento do preço dos produtos exportados, renovaram os incentivos para o crescimento das exportações, o que contribuiu decisivamente para um novo período de crescimento industrial entre 2000 e 2008. No segundo semestre de 1999, a economia dava sinais de melhora nos ‘fundamentos’, principalmente no desequilíbrio externo. A desvalorização cambial estimulou o aumento da atividade econômica e o investimento em 2000 e 2001, com redução do déficit no balanço de pagamentos, quando a crise de energia em 2001 e a *default* da Argentina, a primeira uma crise de oferta e a outra de demanda, adiam mais uma vez a sustentação do crescimento econômico. Ademais, entre 1999 e 2002, os melhores desempenhos ficaram com os setores “agropecuária” e “indústria extrativa mineral”, ainda que a indústria de bens de capital registre crescimento de cerca de 3% entre esses anos. Se a desvalorização cambial ocorreu juntamente à fragilidade financeira do país e à restrição externa ao crescimento, o processo de reestruturação produtiva e os investimentos realizados na década de 1990 parecem ter buscado reafirmar o padrão de comércio das vantagens comparativas no país.

**Tabela 8 - Taxa Média Anual de Crescimento da Produção Industrial – 1981-2010**

Discriminação	(em %)						
	1981/1989	1990/1993	1994/2002	1999/2002	1990/2002	2003/2008	2003/2010
Indústria geral	1,31	-1,93	2,59	2,57	1,20	3,90	3,31
Extrativa mineral	7,72	1,35	8,80	10,66	6,51	3,78	3,21
Indústria de transformação	1,09	-1,96	1,93	1,58	0,73	6,04	5,10
Bens de capital	-0,89	-3,50	2,19	2,91	0,44	10,83	8,55
Bens intermediários	1,85	-1,99	2,92	3,19	1,41	3,13	2,68
Bens de consumo	1,74	0,39	1,67	0,85	1,27	3,43	3,04
duráveis	0,92	3,74	4,49	3,91	4,26	9,14	7,34
não-duráveis	2,00	-0,13	1,14	0,28	0,75	2,02	1,98

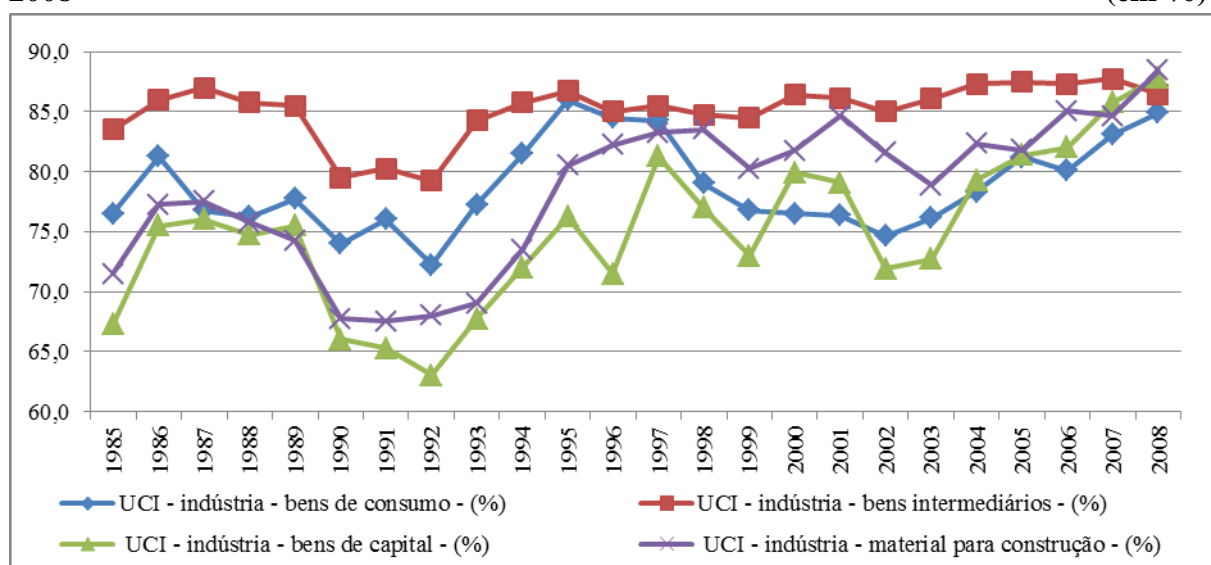
Fonte: IBGE – Ipea/Dimac, 2011.

Entre 1990 a 2002, a indústria de transformação cresceu em média 0,7% ao ano, enquanto entre 2003 a 2010 a mesma subiu cerca de 5,0%. A década de 1990 foi de ajuste estrutural na indústria, e entre 2003 a 2010 a taxa média anual de crescimento da produção de bens de capital foi a que apresentou melhor desempenho, cerca de 8,5%, seguida da taxa média de crescimento da produção de bens de consumo duráveis, com 7,3% ao ano.

Portanto, o aumento da taxa de crescimento econômico nos anos recentes deriva não apenas do aumento da taxa de investimento, mas também da mudança em sua composição. As maiores inversões na indústria e agricultura levaram a um aumento considerável da produção do setor de bens de capital. O crescimento foi favorecido pela consolidação de um arcabouço macroeconômico consistente, com manutenção de uma trajetória de inflação declinante, tendência de queda das taxas de juros reais, redução do endividamento público e relativamente bom desempenho do balanço de pagamentos e do saldo do comércio industrial. Conforme Amitrano (2010), esse bom desempenho no balanço de pagamentos também foi resultado do que se passava no *front* comercial e da enorme quantidade de recursos externos que adentravam a economia brasileira por meios dos investimentos em carteira (título de renda fixa e ações) e diretos.

O regime de crescimento da economia brasileira mostrou-se nitidamente instável na década de 1990, em ciclos de crescimento do tipo *stop and go*. Foi um período caracterizado por várias crises financeiras internacionais, enquanto o crescimento entre 2003 a 2008 foi satisfatoriamente sustentável, e novamente interrompido pela crise financeira internacional em julho de 2008, para voltar a crescer a 7,5% em 2010. A partir do final do ano de 2003 (até 2008) registra-se um aumento paulatino da utilização da capacidade instalada (UCI) dos setores industriais, quando praticamente todos os setores atingem patamar de utilização acima de 85%, conforme mostra o Gráfico 1.

**Gráfico 1 – Utilização da Capacidade Instalada (UCI) de Setores da Indústria – 1995-2008 (em %)**



Fonte: IPEADATA, 2011.

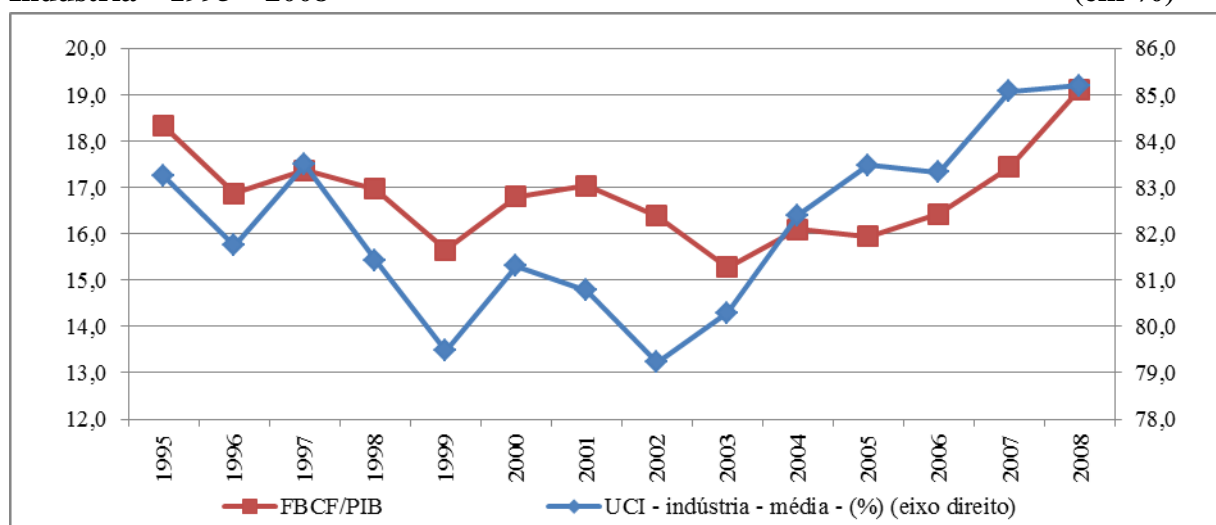


O aumento da UCI foi acompanhado pelo aumento da taxa de investimento, conforme o Gráfico 2, principalmente em máquinas e equipamentos (M&E) como mostra o Gráfico 3, com forte potencial de expansão da produtividade, ao mesmo tempo em que se evidenciava alguma melhora na habitação e dos investimentos públicos, ainda que modesto, nas áreas de infraestrutura.

Enquanto entre 1999-2002 as exportações crescem, as indústrias de bens intermediários e bens de capital mostram uma recuperação da UCI nos anos 2000 e 2001. Os investimentos também se expandiram como desdobramento direto e indireto do aumento das exportações, assim como aumento da produção de bens de capital e da indústria extrativa mineral. Já entre 2003 e 2008, o regime de crescimento econômico conjugou o crescimento das exportações com o do mercado interno, dos investimentos, do emprego e da renda a partir de um contexto externo extremamente favorável, com um aumento da demanda mundial e melhora nos termos de troca para o país.

Uma conclusão da análise é que, no período compreendido entre 1990 a 2002, o investimento e indústria deixam de liderar o crescimento do PIB. A indústria “perde” poder multiplicador e indutor do crescimento econômico. A queda da taxa de investimento (FBCF/PIB) mostrada no Gráfico 2 foi acompanhada por um aumento da proporção de máquinas e equipamentos na FBCF conforme o Gráfico 3. O fraco desempenho da produção de bens de capital na década de 1990 contrasta, portanto, com a recuperação do investimento em M&E entre 1994 e 1998.

**Gráfico 2 – Taxa de Investimento Nominal e Utilização da Capacidade Instalada da Indústria – 1995 – 2008** (em %)

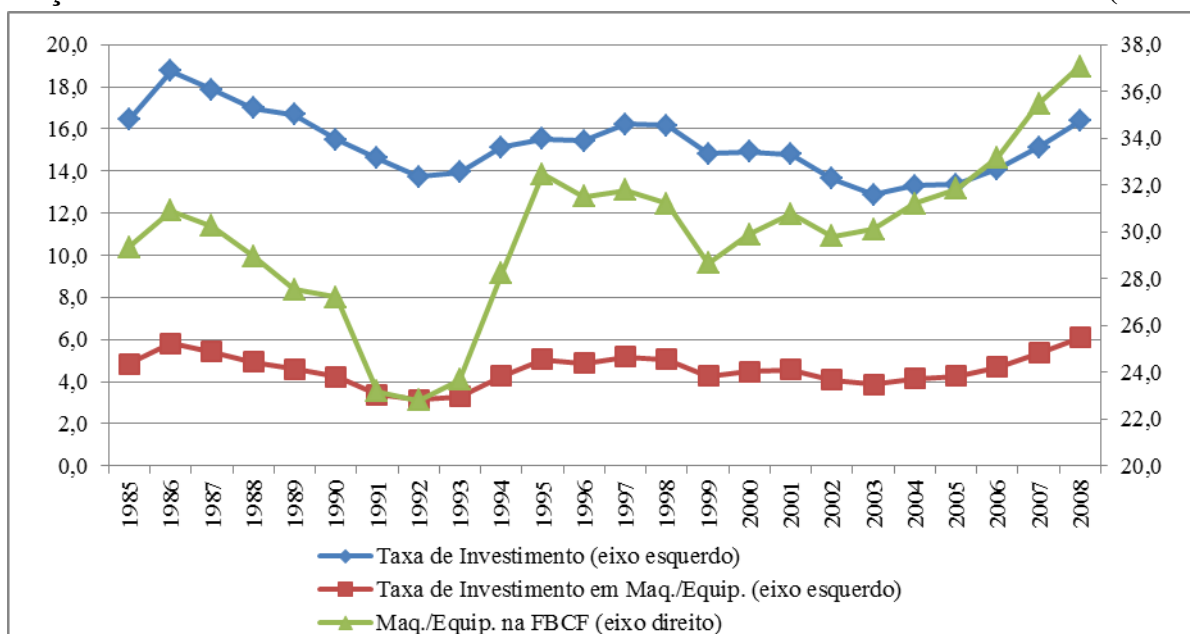


Fonte: IPEADATA, 2011.

A aparente contradição entre esse aumento da proporção de máquinas e equipamentos na FBCF e a retração da produção interna de bens de capital é resolvida quando, conforme mostra o Gráfico 4, há um crescimento significativo da participação de bens de capital importados na FBCF. Ademais, mesmo com a retração dos investimentos nos três anos iniciais da década de 1990, já se registra um aumento da proporção de máquinas e equipamentos importados na FBCF. Em 1997 os bens de capital importados representavam mais de 50% do investimento doméstico em máquinas e equipamentos, a preços constantes de 1999. Por outro lado, há de se concordar com Bacha e Bonelli (2005), para quem, em decorrência da diminuição dos preços relativos dos bens de capital importados, acompanhados pela queda dos preços domésticos desses bens, a FBCF real aumentou.

Com a desvalorização cambial a partir de 1999 e do drive exportador no início dos anos 2000, a indústria brasileira foi ocupando a ociosidade e os investimentos se recuperam de forma mais firme de 2003 em diante. Este ano também marca a volta das políticas industrial, tecnológica e de comércio exterior (PITCE).

**Gráfico 3 – Taxa de Investimento e Máquinas e Equipamentos/FBCF – 1985-2008 – a Preços Constantes de 1980 (em %)**



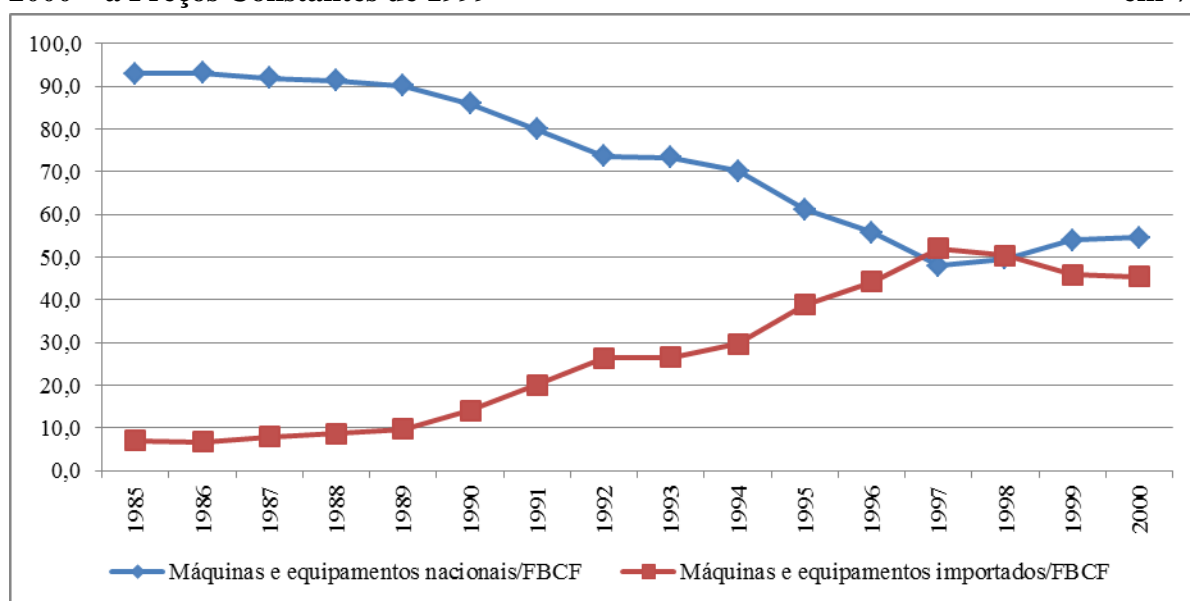
Fonte: IPEADATA, 2009.

A ocupação da capacidade instalada da indústria e a recuperação dos investimentos privados foram acompanhadas do aumento do emprego e diminuição da informalidade, crescimento do salário mínimo e médio reais, o que correspondeu a uma significativa melhora da distribuição de renda. Significou, na prática, um processo de mudança importante na

estrutura social brasileira e expansão do mercado interno, sustentado pelo crescimento da renda e do nível de endividamento das famílias e empresas. “É também possível que, seguindo a análise de Dagnino (2008), o aumento de salários viesse a fomentar as inovações”. (ERBER, 2010, p.29). Portanto, tal conjuntura favoreceu a geração de expectativas otimistas em relação ao desempenho do mercado interno e estimulou as decisões de investimento por parte das empresas.

Os instrumentos voltados para financiamento e desoneração tributária para o investimento parecem ter contribuído para retomada do investimento em 2004/2005, mas, como as políticas de inovação só fazem se sentir no longo prazo, o padrão de especialização do país parece ser mais resultado da trajetória do processo de industrialização por substituições de importações e da reestruturação industrial tendo base as reformas estruturais da economia brasileira na década de 1990.

**]Gráfico 4 – Proporção de Bens de Capital Nacionais e Importados na FBCF – 1985-2000 – a Preços Constantes de 1999 em %**



Fonte: IBGE - Estatística do Século XX (2000).

A agenda econômica e política nas décadas de 1980 e 1990 foram dominadas pelas questões de estabilização e reformas estruturais. A visão hegemônica na década de 1990 era a de que a abertura se encarregaria do processo de inovação e desenvolvimento industrial do país. “Não obstante o otimismo sobre o bom funcionamento dos mercados, o rumo da economia permaneceu incerto, [...] relegando a questão da inovação a um plano secundário”. (ERBER, 2010, p.17).

## 5.5 O Ajuste Industrial

As tabelas 9 e 10 apresentam, respectivamente, os coeficientes de importações e exportações de setores da indústria de transformação classificados de acordo com a maior intensidade de fator que caracteriza a sua produção, como o capital, mão-de-obra, tecnologia e recursos naturais. Conforme as tabelas registram, a abertura comercial produziu mudanças estruturais profundas na indústria, com impactos setoriais diferenciados.

O grupo de setores intensivos em tecnologia, que abarcam, aproximadamente, as categorias de alta e média intensidade tecnológica da classificação da OECD (MOREIRA, 1999, p.304-305), realizaram ajustes mais amplos frente à acelerada abertura comercial e à taxa de câmbio sobrevalorizada desde 1992, intensificada após o Real com a âncora cambial. Os coeficientes de importação e exportação dos setores intensivos em tecnologia, como os bens de capital (incluindo aviões), material e equipamentos eletrônicos e de telecomunicações, passaram de cerca de, respectivamente, 9,8% e 10% da produção interna em 1990 para algo por volta de 44% e 23% em 1998. Portanto, os ajustes pelo lado das importações foram mais fortes do que pelo lado das exportações. É importante registrar o sucesso das exportações da nova geração de aviões da Embraer na segunda metade da década de 1990, com a reestruturação patrimonial bem sucedida da empresa.

**Tabela 9 - Coeficientes Médios de Importação\* por Intensidade de Fator – 1990-1998**  
(em %)

<b>Setor por Intensidade de Fator</b>	<b>1990</b>	<b>1992</b>	<b>1994</b>	<b>1996</b>	<b>1998</b>
Capital	9,9	10,3	13,5	20,8	24,2
Mão-de-obra	2,0	2,5	5,6	11,1	11,7
Tecnologia	9,8	13,1	16,8	29,1	44,1
Recursos Naturais	3,4	4,1	6,0	5,6	8,1
<b>Total da indústria</b>	<b>5,7</b>	<b>7,4</b>	<b>10,4</b>	<b>16,3</b>	<b>20,3</b>

Fonte: Moreira, 1999. \* Importação/produção

É importante também lembrar que nos três primeiros anos da década a produção industrial sofreu forte queda, como mostrado na Tabela 8, bem como uma retração do investimento e da proporção de máquinas e equipamentos na FBCF, com aumento generalizado da capacidade ociosa na indústria. Já o que marca a evolução da UCI do setor de bens de capital é a instabilidade. O aumento dos coeficientes de importações e exportações setoriais, portanto, se deram em um contexto de abertura externa e mercado interno contido para produtos nacionais.

Os coeficientes de importação e exportação dos setores classificados em intensivos em capital também registraram mudanças significativas, com destaque para os segmentos de siderurgia e os produtores de substâncias químicas não petroquímicas ou carboquímicas, resinas, fibras e elastômeros e adubos, fertilizantes e corretivos do solo, todos com crescimento dos coeficientes de importação e exportação bem acima da média da indústria. Conforme Moreira (1999, p.305). “(V)ale aqui também o argumento de que esses são setores nos quais as economias de escala e especialização são importantes e que, portanto, tendem a ter coeficientes de penetração (e exportação) elevados”. Não obstante a importância do argumento, as empresas do setor petroquímico, abaladas pela mudança do regime de regulação estatal que marcou seu nascimento e a incerteza propagada pela abertura e condições adversas do câmbio e de juros, retraíram investimentos em atividades tecnológicas, ampliando o hiato de tecnologia com o exterior e a ampliação dos déficits comerciais, principalmente na química fina. (ERBER; CASSIOLATO, 1997).

**Tabela 10 - Coeficientes Médios de Exportação\* por Intensidade de Fator – 1990-1998**  
(em %)

<b>Setor por Intensidade de Fator</b>	<b>1990</b>	<b>1992</b>	<b>1994</b>	<b>1996</b>	<b>1998</b>
Capital	7,9	9,6	9,6	11,1	11,4
Mão-de-obra	6,4	10,9	9,7	11,1	13,3
Tecnologia	10,0	15,9	13,6	17,0	23,2
Recursos Naturais	12,7	15,2	16,0	18,1	18,8
<b>Total da indústria</b>	<b>9,4</b>	<b>13,3</b>	<b>12,2</b>	<b>13,0</b>	<b>14,8</b>

Fonte: Moreira, 1999. \* Exportação/produção

Pode-se argumentar o mesmo quanto aos ajustes estruturais das importações e exportações de alguns segmentos do setor intensivo em recursos naturais. Se o maior aumento dos coeficientes de importação de segmentos “como moagem de trigo, metalurgia dos não-ferrosos e celulose e pasta mecânica”, refletia ou reflete “a escassez no Brasil de insumos como trigo, cobre e certos tipos de celulose a preços competitivos” (MOREIRA, 1999, p.305), por outro lado, os segmentos de “celulose e pasta mecânica, madeira, açúcar, frutas e legumes, incluindo sucos, e metalurgia dos não-ferrosos” apareciam como os principais setores industriais exportadores do país. Aqui também vale o argumento da excessiva confiança dos gestores públicos nos mecanismos de mercado, pois atividades industriais que agregam valor, tal como a extração de óleos vegetais, foram penalizadas a favor de exportações de produto *in natura*.

Já os setores intensivos em capital e mão-de-obra apresentavam os “menores coeficientes de exportação, abaixo da média da indústria. Nesse resultado, o que continua a surpreender é o desempenho dos setores intensivos em mão-de-obra, que, à exceção de calçados, continua longe de refletir todo o seu potencial exportador”. (p.307).

As Tabelas 11 e 12 apresentam os mesmos coeficientes de comércio agregados por categoria de uso da indústria de transformação. O setor de bens de capital aparece como o que onde ocorreram os maiores ajustes, com crescimento de mais de 500% no coeficiente de importação, enquanto o de exportações pouco mais que triplicou, passando de 7,9% em 1990 para 24,2% em 1998. Neste último ano, o coeficiente de penetração de importações foi cerca de 57% do consumo aparente ( $CA = \text{importações}/\text{importações} + \text{produção interna} - \text{exportações}$ ), o que corrobora a conclusão anterior.

**Tabela 11 - Coeficientes Médios de Importações\* por Categoria de Uso – 1990-1998**

Categoria de uso	(em %)				
	1990	1992	1994	1996	1998
Bens de consumo não-duráveis	2,8	3,1	4,2	6,7	7,9
Bens de consumo duráveis	8,9	10,1	12,2	19,5	29,3
Bens intermediários elaborados	6,1	8,1	11,8	18,0	21,9
Bens intermediários	2,7	5,3	7,1	11,5	10,5
Bens de capital	19,8	26,8	32,2	71,5	100,3
Bens de capital, Equip. de transp.	3,0	5,9	11,4	13,2	23,2
<b>Total da Indústria</b>	<b>5,7</b>	<b>7,4</b>	<b>10,4</b>	<b>16,3</b>	<b>20,3</b>

Fonte: Moreira, 1999. \* Importação/produção

Os aumentos dos coeficientes de importações e exportações das categorias bens de consumo duráveis (que exclui automóveis) e bens de capital e equipamentos de transporte (automóveis, ônibus e caminhões) confirmam também, embora em menor amplitude, os ajustes estruturais analisados, condizentes com a especialização e aumento das economias de escala.

Como sugerido anteriormente, essas mudanças decorreram das estratégias de especialização das empresas líderes, principalmente das empresas estrangeiras, devido a utilização de insumos e componentes importados que melhoram a qualidade e contribuem para diminuição dos custos e dos preços do produto final.

**Tabela 12 - Coeficientes Médios de Exportações\* por Categoria de Uso – 1990-1998**

	(em %)				
<b>Categoria de uso</b>	<b>1990</b>	<b>1992</b>	<b>1994</b>	<b>1996</b>	<b>1998</b>
Bens de consumo não-duráveis	7,9	10,4	9,2	10,4	10,7
Bens de consumo duráveis	12,7	17,7	13,2	14,3	32,7
Bens intermediários elaborados	10,9	15,9	15,1	16,9	16,5
Bens intermediários	7,6	10,0	11,8	10,6	10,1
Bens de capital	7,9	13,6	14,5	18,9	24,2
Bens de capital, Equip. de transp.	10,8	17,1	12,5	11,1	20,4
<b>Total da Indústria</b>	<b>9,4</b>	<b>13,3</b>	<b>12,2</b>	<b>13,0</b>	<b>14,8</b>

Fonte: Moreira, 1999. \* Exportação/produção

As buscas de economias de escala e especialização da indústria brasileira na década de 1990 contribuíram para uma tendência de redução gradual da integração vertical (da firma e da estrutura industrial como um todo) e o aumento de sua integração com o exterior, ao mesmo tempo em que a tendência gerencial para a terceirização ganhou força. Estes movimentos são indicados pelo comportamento da relação entre o valor adicionado (VA) (sendo o valor de transformação industrial (VTI) como *proxy*<sup>73</sup>) e valor bruto da produção industrial (VP), que mostra queda na primeira metade da década de 1990 (Moreira, 1999), e aprofundamento dessa tendência de queda entre 1996 à 2005 (IEDI, 2007).

Particularmente os setores intensivos em tecnologia e trabalho mostram quedas mais pronunciadas na relação VTI/VP entre a média dos anos 1989-90 e 1994-95 do que os setores intensivos em capital e recursos naturais, conforme a Tabela 13. A conclusão do estudo do IEDI (2007), em que utilizava também outros indicadores, era que a economia brasileira estava em processo de desindustrialização<sup>74</sup>.

Cálculos a partir dos dados da PIA – Pesquisa Industrial Anual – mostra um aumento de 47,5% de produtividade da indústria de transformação entre 1990 e 1995, não tanto devido ao aumento do VTI, que cresceu 0,7%, mas pela diminuição de -31,7% do pessoal ocupado na

<sup>73</sup> “[...] valor da transformação industrial (VTI), um conceito próximo, mas que difere do VA, na medida em que não se deduzem as despesas diversas relacionadas, por exemplo, a gastos com fretes, publicidade, manutenção, transporte e comunicação”. (MOREIRA, 1999, p.314).

<sup>74</sup> Conforme notaram Carvalho e Feijó (2000, p.239): “Não há dúvida de que há aumento de importações de insumos e componentes, tanto em termos absolutos como em relação à oferta global (MOREIRA, CORRÊA, 1996; MOREIRA, 1999). Mas isso estaria provocando um processo de desindustrialização ou tornando a produção menos intensiva em valor agregado? Em termos relativos, o peso da indústria de transformação no PIB diminuiu de 23% em 1990 para 18% em 1998, segundo as Contas Nacionais (IBGE, 1999). No entanto, a indústria cresceu ao longo desse período. Portanto, não houve perda de importância absoluta e sim relativa. Vale ressaltar que uma participação da indústria de cerca de 20% no PIB não pode ser considerada baixa em termos internacionais, pois é próxima, por exemplo, às dos Estados Unidos (18%), da Itália (21,1%), da Suécia (22,3%) e da Inglaterra (18,4%). Com o desenvolvimento econômico, é natural que, a partir de um determinado patamar produtivo, a indústria perca peso para o Setor Terciário. Dessa forma, esses dados não sustentam a tese de desindustrialização, no sentido de perda de importância absoluta ou de destruição da indústria”.

produção (MOREIRA, 1999, p.321). Todavia, esta estimativa de produtividade pode ter um viés para cima em função da tendência de queda na relação VA/VP, uma vez que esta última leva em conta a penetração de importações e o movimento de terceirização (*ibidem*, p.319). Já os ganhos de produtividade do trabalho pela Pesquisa Industrial Mensal (PIM) foram de 43,9%, através da diminuição de -21,6% do pessoal ocupado e 12,9% de aumento da produção física. Até 1998 os ganhos foram novamente expressivos. No período 1990-98 a PIM registra crescimento de 91,6% de produtividade: a produção aumenta em 14,3 e cai o pessoal ocupado em -40,4%.

Geralmente o argumento sobre o modesto crescimento industrial na década de 90 é contra-arrestado por outro que enfatiza os expressivos ganhos de produtividade. A direção dos esforços da indústria brasileira no que se refere à eficiência alocativa e aos ganhos de eficiência com a abertura da economia e o aprofundamento da concorrência interna e externa - diante da sobrevalorização da taxa de câmbio real efetiva a partir segundo semestre de 1994 até o fim de 1998<sup>75</sup> -, também podem ser reveladas pelo comportamento da margem de lucro, preços e custos da indústria de transformação. A Tabela 14 mostra que entre 1990 e 1998, reduziu-se à margem de lucro - *mark-up* - da indústria em -24,3%, mediante a variação real negativa no nível de preços de -40,0% e diminuição dos custos reais de produção de -21,5%.

**Tabela 13 - Relação entre o VTI e o Valor da Produção (VP) na Indústria de Transformação - 1989-1995**

Descrição dos Setores	Valor da Transformação Industrial (VTI)/Valor da Produção (VP)
	Variação (%) Média 1994-1995/ Média 1989-1990
Capital	3,06
Tecnologia	-6,20
Mão-de-Obra	-6,18
Recursos Naturais	0,54
<b>Total da Indústria</b>	<b>-0,60</b>

Fonte: PIA/IBGE *apud* Moreira, 1999.

De acordo com Moreira (1999, p.323), há uma correlação negativa entre os *mark-ups* setoriais e a penetração de importações. Assim, para a indústria de transformação como um todo, essas evidências não só apontam para ganhos de eficiência alocativa, mas também de eficiência técnica derivada do efeito escala. Com a abertura da economia e exposição das firmas locais à concorrência dos importados, a margem de lucro da indústria brasileira caiu,

<sup>75</sup> De acordo com Moreira (1999, p.327), a apreciação do câmbio real a partir de 1992 já vinha operando na mudança dos preços relativos da economia brasileira.



porque o aumento da concorrência normalmente aumenta a elasticidade-preço da demanda, o que pressiona as empresas no sentido de aumentar a escala de produção e reduzir o custo médio. É isso também que sugere a análise de Cimoli e Katz (2002).

Os setores cujos produtos são consumidos na produção que tiveram as maiores variações negativas de *mark-up*, e que portanto sofreram maior pressão competitiva, foram os bens de capital, inclusive os equipamentos de transporte, conforme registra a Tabela 15. As diminuições dos preços dos bens de capital novos e dos insumos intermediários elaborados e não elaborados foram os que mais contribuíram para a queda generalizada dos custos nos outros setores industriais (e neles próprios), em que pese os também elevados aumentos de produtividade.

Os custos reais e os preços dos bens de consumo não duráveis caíram, respectivamente, cerca de 11,0% e 17,0% no período de 1990 a 1998, aproximadamente duas vezes menos que a média da queda do custos e dos preços da indústria de transformação como um todo<sup>76</sup>. Estes setores até tiveram um aumento do *mark-up* no período. Fica claro, portanto, que a grande queda do *mark-up* do setor de bens de capital foi amplamente liderada pela redução dos preços desses bens, à qual, juntamente à diminuição dos preços dos intermediários, mostra que “os ganhos de eficiência foram disseminados ao longo de toda a cadeia produtiva, o que, aliado aos ganhos de produtividade, ajuda a entender por que a maioria dos setores analisados teve também reduções importantes nos seus custos”. (MOREIRA, 1999, p. 326).

**Tabela 14 – Variação do “Mark-up”, Preços e Custos Reais por Setor segundo Intensidade de Fator – 1990-1995, 1995-1998 e 1990-1998**

Setor por Intensidade de Fator	Variação <i>Mark-up</i>			Variação Preço/IGP			Variação Custo/IGP		
	90/95	95/98	90/98	90/95	95/98	90/98	90/95	95/98	90/98
Capital	-23,2	-7,18	-28,8	-38,4	-10,6	-44,9	-19,1	-3,5	-21,8
Mão-de-obra	-27,5	-7,5	-33,6	-42,7	-10,9	-49,2	-18,1	-5,0	-22,1
Tecnologia	-22,7	-6,8	-26,3	-36,6	-13,9	-43,5	-19,6	-7,7	-25,6
Recursos naturais	-12,7	-0,2	-11,2	-26,3	-1,4	-25,7	-14,7	-1,4	-15,7
<b>Total da Indústria</b>	<b>-21,1</b>	<b>-5,3</b>	<b>-24,3</b>	<b>-35,0</b>	<b>-9,6</b>	<b>-40,0</b>	<b>-17,9</b>	<b>-4,7</b>	<b>-21,5</b>

Fonte: Moreira, 1999. Elaborado a partir de dados da matriz insumo-produto do IBGE e do IPA-FGV.

<sup>76</sup> Segundo Moreira (1999, p.325) “o comportamento dessa última é explicado em grande parte pela importância e pelo desempenho dos setores *non-traded*, como farmacêutica e bebidas”.

Entretanto, conforme as mesmas tabelas 14 e 15, os dados mostram que as quedas dos preços setoriais foram maiores que a diminuição de seus custos reais. De fato, os setores de bens não comercializáveis, como a maioria dos serviços, cujos preços incidem sobre os custos das empresas, não sofreram grandes ajustes de preços relativos. Isso quer dizer que a pressão competitiva nos setores industriais foi intensificada no novo regime competitivo, como se visualiza pela maior e generalizada diminuição dos *mark-ups*. A mudança estrutural causada pelo aumento do emprego e do crescimento da proporção do macrossetor de serviços no produto nacional deve-se ao seu maior custo inflacionário relativo *vis-à-vis* a seu hiato de produtividade quando comparado às atividades manufatureiras. Como o aumento da produtividade induz o aumento da renda, e, portanto, um aumento do consumo, os impactos sobre a trajetória dos preços relativos dos bens comercializáveis em relação aos não comercializáveis foi mais favorável a esta última categoria. Esse processo de mudança de preços relativos leva a uma tendência de sobreapreciação real da taxa de câmbio e baixos níveis de investimento e de poupança interna, um padrão de crescimento econômico caracterizado por taxas relativamente baixas (RODRIK, 2007; BRESSER-PEREIRA; GALA, 2007; SAMPAIO; GALA, 2008; GALA, 2008).

**Tabela 15 – Variação do “Mark-up”, Preços e Custos Reais por Setor segundo Categoria de Uso – 1990-1995, 1995-1998 e 1990-1998**

Categoria de uso	Variação <i>Mark-up</i>			Variação Preço/IGP			Variação Custo/IGP		
	90/95	95/98	90/98	90/95	95/98	90/98	90/95	95/98	90/98
Bens de consumo não-duráveis	-3,5	13,2	9,2	-21,0	1,5	-17,5	-9,8	-1,3	-10,9
Bens de consumo duráveis	-36,8	-12,1	-44,4	-50,2	-21,9	-60,8	-25,9	-9,6	-33,0
Bens intermediários elaborados	-13,4	-6,6	-19,2	-36,1	-12,7	-44,0	-21,1	-5,5	-25,3
Bens intermediários	-12,8	-12,7	-23,9	-32,2	-9,6	-39,4	-15,9	-3,2	-18,8
Bens de capital	-45,7	-2,5	-47,0	-46,7	-12,9	-52,8	-18,2	-6,7	-23,3
Bens de capital, Equip. de transp.	-39,2	-7,3	-43,6	-54,9	-14,3	-61,1	-28,1	-8,0	-33,8
<b>Total da Indústria</b>	<b>-21,1</b>	<b>-5,3</b>	<b>-24,3</b>	<b>-35,0</b>	<b>-9,6</b>	<b>-40,0</b>	<b>-17,9</b>	<b>-4,7</b>	<b>-21,5</b>

Fonte: Moreira, 1999. Elaborado a partir de dados da matriz insumo-produto do IBGE e do IPA-FGV.

A principal razão para a mudança estrutural do aumento do emprego no macrossetor de serviços deve-se ao seu maior custo inflacionário relativo *vis-à-vis* seu hiato de produtividade quando comparado às atividades manufatureiras, devido à penetração diferencial de progresso técnico. Esse fenômeno, conhecido como efeito Ricardo-Vinner-

Harrod-Balassa-Samuelson, leva não apenas a uma taxa de inflação maior para os bens não comercializáveis, mas também a uma tendência à apreciação real da taxa de câmbio<sup>77</sup>.

A diminuição do emprego e da participação da indústria de transformação no PIB e a redução do VTI/VBPI foram interpretadas como sintomas de desindustrialização da economia brasileira<sup>78</sup>. O diagnóstico pode até estar certo, mesmo com a utilização de medidas não apropriadas, mas um diagnóstico mais correto deve passar necessariamente pelo exame das principais razões do declínio industrial, da especialização regressiva e reestruturação heterogênea da indústria, e da rapidez com que esse processo aconteceu no país. O aumento da competitividade da indústria de transformação em bases inovativas mais dinâmicas torna-se extremamente necessário se um país (que passa por esse processo de mudança estrutural) quer que seu nível de renda cresça sem entrar em problemas no balanço de pagamentos.

O padrão de especialização seguido continuou orientado para atividades industriais processadoras de recursos naturais e outras indústrias tradicionais, e seria o resultado de um processo geral de reestruturação da base industrial, lastreado pela busca de racionalização dos processos produtivos e novas formas de organização a partir da desintegração vertical e especialização, ganhos de eficiência produtiva e alocativa e uma maior inserção externa da indústria brasileira. Estes ganhos de eficiência tiveram como características básicas a obtenção de economias de escala através da modernização nas máquinas e equipamentos e a especialização produtiva em setores onde grande quantidade e preços baixos (como na indústria processadora) constituem a estratégia básica no processo de concorrência intercapitalista. As empresas teriam negligenciado esforços orientados para a concepção de

---

<sup>77</sup> O efeito Balassa-Samuelson foi inicialmente desenvolvido para levar em conta o viés das trajetórias do progresso técnico nos setores de bens comercializáveis, lançando as bases teóricas para a crítica à teoria da paridade de poder de compra absoluta. (SAMPAIO; GALA, 2008, p.02). A hipótese central da teoria de Balassa-Samuelson é que os salários se equalizem em todos os setores, e que os aumentos dos salários no setor de bens comercializáveis, em que a produtividade cresce mais rápido, puxem os salários dos de bens não comercializáveis. O menor aumento de produtividade e o impacto do aumento dos salários são acomodados com o aumento mais rápido de preços nesse último setor; e como consequência, leva a uma tendência de apreciação real da taxa de câmbio (RODRIK, 2007).

<sup>78</sup> A confusão entre o conceito de desindustrialização emerge da falta de um melhor entendimento da lógica desse processo de mudança estrutural de longo prazo. Portanto, os debates entre especialistas internacionais sobre a diferença entre processos de “desindustrialização” de um lado, e “declínio industrial” de outro, são controversos, assim como também é o debate sobre a importância da indústria manufatureira e a viabilidade das políticas industriais como uma política de desenvolvimento. Nestes termos, Chang (2004, p.108) entende a desindustrialização, “as the decrease in the share of manufacturing employment in total employment (and the decrease in the share of manufacturing output in total output in current prices), is an inevitable long-term result of differential productivity growth rates between manufacturing and services, and is not necessarily related to the declining competitiveness of the economy’s manufacturing sector. Even successful exporters of manufactures, such as Japan and West Germany, have experienced deindustrialization in this sense. This implies that, contrary to what was believed by those who condemned deindustrialization as a sign of industrial decline, deindustrialization and industrial decline are not one and the same thing, although industrial decline can affect the timing and scale of deindustrialization”.

novos produtos, a pesquisa e desenvolvimento e a criação de marcas (CASTRO, 2001). Como já ressaltado, essas mudanças na indústria não eram apenas esperadas, mas também desejadas pelos adeptos das políticas adotadas pelos governos e outros responsáveis pelo processo de abertura econômica e/ou pelo Plano Real. Eles esperavam que o choque de competitividade das políticas levasse a um processo virtuoso, pois selecionariam naturalmente os segmentos com vantagens comparativas reais, e inclusive dispensaria a adoção de políticas industriais.

Um dos resultados desse processo pode ser visualizado pela Tabela 16, que mostra a mudança na estrutura da indústria brasileira tendo como base a distribuição setorial do valor de transformação industrial (VTI) segundo intensidade tecnológica, classificação sugerida pela OCDE. Embora as informações registradas necessitem de uma interpretação cautelosa diante da mudança de preços relativos dos bens industriais produzidos, principalmente os de média-alta e alta intensidade tecnológica que diminuíram sua participação no VTI da indústria; é sintomático que a tabela revele que apenas o setor classificado como de média-baixa intensidade tecnológica aumentou sua participação na estrutura industrial.

**Tabela 16 - Distribuição Setorial do Valor de Transformação Industrial (VTI) da Indústria Brasileira\*, segundo intensidade tecnológica (1996, 2000 e 2005) (em %)**

Setor	1996	2000	2005
Baixa intensidade	41,8	38,7	39,4
Média-baixa intensidade	22,7	28,3	30,3
Média-alta intensidade	26,9	23,8	23,5
Alta intensidade	8,6	9,2	6,8
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

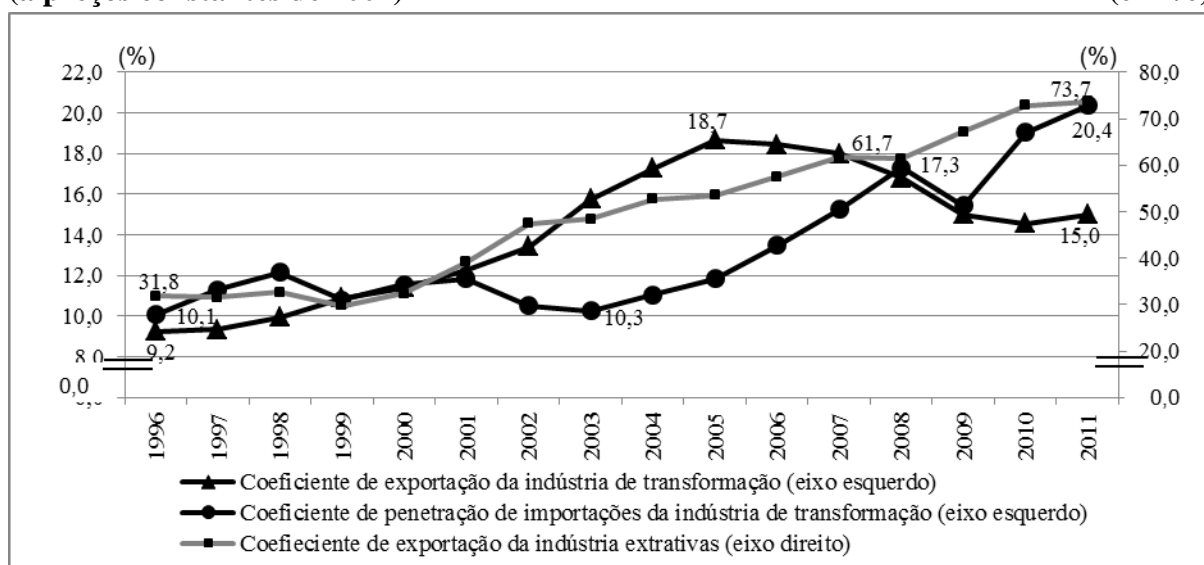
Fonte: Rodrigues e Almeida (2008) \*Pesquisa Industrial Anual (PIA/IBGE).

Os padrões de crescimento na década de 1980 e 1990 foram caracterizados por diferentes razões e circunstâncias. Na primeira de crise e ajustes patrimoniais e na segunda de ajustes estruturais, com o processo de abertura econômica, privatizações, desregulamentações e estabilização da inflação. Entretanto ambos foram marcados pelo baixo e instável crescimento econômico, taxas de investimento declinantes, principalmente os investimentos do setor público em infraestrutura.

A desvalorização cambial em 1999, aprofundada até 2003, induziu um aumento das exportações e do investimento industrial que provocou um forte aumento do coeficiente de exportação da indústria de transformação, gerando importantes superávits comerciais, conforme os Gráficos 5 e 6. Enquanto o coeficiente de exportação da indústria extrativa aumenta quase a taxas constantes até 2011, a revalorização cambial já pronunciava em 2005 a

queda do coeficiente de exportação da indústria de transformação, antes, portanto, da crise financeira internacional em 2008, que deflagrou uma queda mais rápida das exportações de produtos manufaturados. Já o coeficiente de penetração de importações aumentou fortemente nos anos posteriores a 2003, importações parte complementar parte substituta à produção industrial interna.

**Gráfico 5 - Coeficientes de Abertura Comercial da Indústria Brasileira - 1996-2011 (a preços constantes de 2007) (em %)**



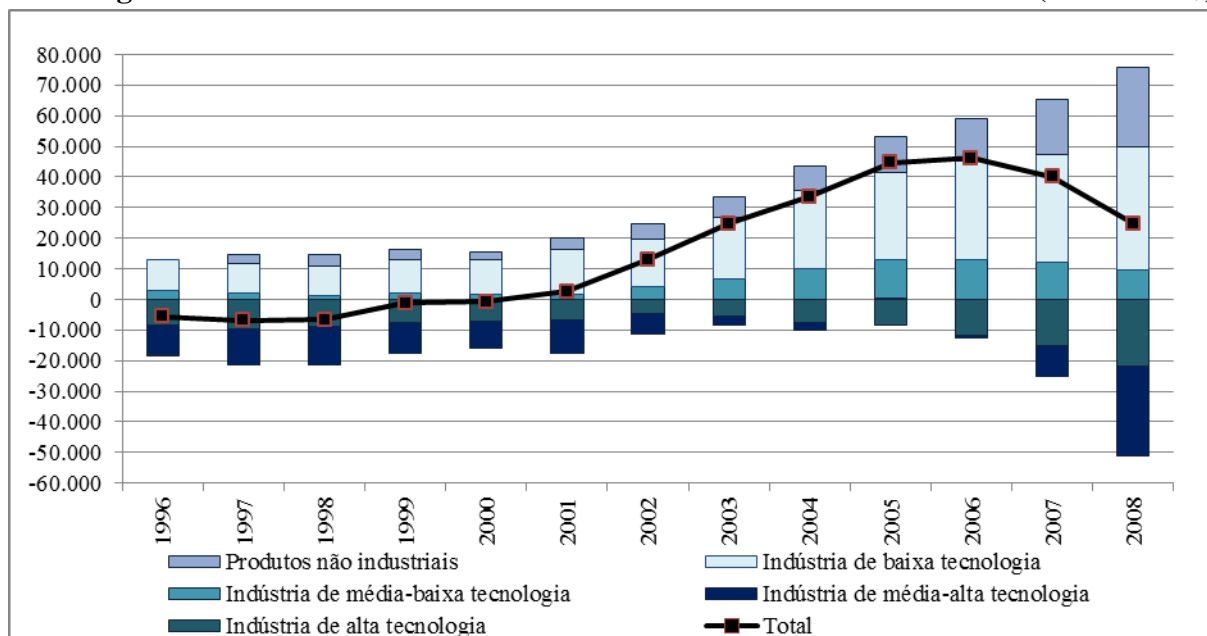
Fonte: Confederação Nacional da Indústria (CNI). Nota: 1. Os dados de 2010 são estimativas. 2. Os dados de 2011 referem-se ao acumulado em quatro trimestres até o 3º trim./2011.

Conforme ressaltado, tanto o sucesso do processo de reestruturação quanto o da estabilização econômica, muito além da estabilização inflacionária, dependiam de que os regimes tecnológicos setoriais emergentes da interação entre as esferas macro e microeconômica assumissem determinadas características virtuosas que favorecessem as decisões de investimento e a mudança tecnológica em todos os setores, especialmente nos de média-alta e alta intensidade tecnológica, os mais ou menos equivalente aos fornecedores especializados e os baseados em ciência na tipologia de Pavitt. (ERBER, 2001). Conforme os estudos de Gonçalves (2001), Carvalho e Lima (2009) e Gouvêa e Lima (2009), alterações na razão entre as elasticidades-renda das exportações e das importações dependem das taxas reais de câmbio setoriais, da composição setorial da produção e das exportações brasileiras.

O crescimento das exportações da economia entre 1996 a 2008 foi liderado pelas exportações de *commodities in natura*, produtos semi-industrializados (madeira, papel e celulose, alimentos, bebidas, tabaco e couro), siderúrgicos e petroquímicos, e manufaturados

tradicionais (móveis, têxteis e calçados), ou seja, produtos não industriais e de baixa intensidade tecnológica, respectivamente, conforme Gráfico 6 e Tabela 17.

**Gráfico 6 - Evolução do Saldo da Balança Comercial Brasileira por Intensidade Tecnológica\*** (em mil US\$)



Fonte: SECEX/MDIC, 2009. \*Classificação da OECD, Directorate for Science, Technology and Industry, STAN Indicators, 2003

A evolução dos coeficientes de abertura e a estrutura do comércio exterior da indústria revelam tanto o resultado do processo de industrialização do país, dos ajustes estruturais e processos de reestruturação empreendidos pelos setores industriais frente à abertura acelerada e a estabilização na década de 1990, como o de determinado padrão de esforços tecnológicos setorialmente empreendidos.

Enquanto parece coerente admitir que tais resultados comerciais contribuíram para a diminuição das restrições ao crescimento econômico nos anos 2000, também se deve reconhecer que o padrão de inserção do país no comércio internacional continua caracterizado pela geração de superávits comerciais de produtos não industriais e de indústrias de baixa intensidade tecnológica para cobrir os déficits dos setores de média-alta e alta intensidade tecnológica, o que aponta a natureza estrutural do déficit comercial do país. Em 2008, por exemplo, o déficit das importações de produtos de média-alta e alta tecnologia correspondeu a cerca de 75% do superávit comercial das categorias de produtos não industriais e produtos de indústrias de baixa tecnologia, ou 100% se considerados apenas o superávit dos produtos industriais de baixa e média-baixa intensidade tecnológica, conforme o Gráfico 6.

**Tabela 17 - Estrutura Relativa de Comercio Exterior (X/M) das Indústrias Classificadas por Intensidade Tecnológica\* – 1996 – 2008**

Setores	1996-1997	1998-1999	2000-2001	2002-2003	2004-2005	2006-2007-2008
<b>Industria de alta e média-alta tecnologia (I+II)</b>	<b>0,42</b>	<b>0,45</b>	<b>0,54</b>	<b>0,67</b>	<b>0,78</b>	<b>0,64</b>
<b>Indústria de alta tecnologia (I)</b>	<b>0,21</b>	<b>0,31</b>	<b>0,49</b>	<b>0,53</b>	<b>0,49</b>	<b>0,40</b>
Aeronáutica e aeroespacial	0,82	1,13	2,05	2,10	1,96	1,43
Farmacêutica	0,18	0,18	0,17	0,20	0,23	0,24
Material de escritório e informática	0,20	0,25	0,23	0,19	0,22	0,12
Equipamentos de rádio, TV e comunicação	0,15	0,19	0,35	0,55	0,39	0,31
Instrumentos médicos de ótica e precisão	0,10	0,16	0,18	0,18	0,18	0,16
<b>Indústria de média-alta tecnologia (II)</b>	<b>0,53</b>	<b>0,52</b>	<b>0,56</b>	<b>0,74</b>	<b>0,96</b>	<b>0,78</b>
Máquinas e equipamentos elétricos n. e.	0,37	0,29	0,30	0,36	0,60	0,69
Veículos automotores, reboques e semi-reboques	0,87	0,99	1,22	2,01	2,48	1,66
Produtos químicos, excl. farmacêuticos	0,43	0,39	0,38	0,43	0,45	0,41
Equipamentos para ferrovia e material de transporte n. e.	0,27	0,23	0,50	0,98	1,15	0,75
Máquinas e equipamentos mecânicos n. e.	0,43	0,41	0,48	0,67	0,97	0,73
<b>Indústria de média-baixa tecnologia (III)</b>	<b>1,33</b>	<b>1,23</b>	<b>1,19</b>	<b>1,78</b>	<b>2,17</b>	<b>1,61</b>
Construção e reparação naval	10,15	3,74	0,79	0,12	48,88	11,96
Borracha e produtos plásticos	0,70	0,70	0,73	0,84	0,89	0,84
Produtos de petróleo refinado e outros combustíveis	0,32	0,37	0,51	0,94	1,17	0,97
Outros produtos minerais não-metálicos	1,42	1,75	1,99	2,63	2,99	2,53
Produtos metálicos	2,64	2,26	2,33	3,16	3,37	2,30
<b>Indústria de baixa tecnologia (IV)</b>	<b>2,41</b>	<b>2,92</b>	<b>3,96</b>	<b>6,13</b>	<b>7,16</b>	<b>5,31</b>
Produtos manufaturados n.e. e bens reciclados	1,14	1,51	2,23	3,15	3,43	1,89
Madeira e seus produtos, papel e celulose	2,01	2,56	3,35	5,62	6,17	4,77
Alimentos, bebidas e tabaco	2,89	3,48	5,10	7,80	10,79	9,45
Têxteis, couro e calçados	2,29	2,67	3,43	4,63	4,13	2,19
<b>Produtos não industriais</b>	<b>1,17</b>	<b>1,61</b>	<b>1,50</b>	<b>1,82</b>	<b>1,81</b>	<b>1,86</b>

Fonte: SECEX/MDIC. \*Classificação da OECD, Directorate for Science, Technology and Industry, STAN Indicators, 2003. Nota: n. e. = não especificados nem compreendidos em outra categoria

É importante registrar que entre 2002 a 2005 os produtos industriais classificados como de média-alta tecnologia apresentaram significativa redução dos déficits comerciais, conforme o indicador de mudança de estrutura de comércio exterior mostrado na Tabela 17. Os setores que puxaram o desempenho comercial dessa categoria de bens foram veículos automotores (automóveis), reboques e semi-reboques e equipamentos para ferrovia e material de transporte, que registram exportações superiores em cerca de, respectivamente, 2,5 (duas vezes e meia superior) e 1,1 às importações na média dos anos 2004 e 2005. O setor de máquinas e equipamentos mecânicos também fechou o déficit do setor entre esses anos. Também se registra que enquanto as exportações de máquinas e equipamentos elétricos cresceram mais rapidamente que as importações correspondentes, quando as exportações

passaram de um para dois terços das importações, no caso dos produtos químicos as exportações oscilaram em um patamar de 40% das importações.

## 5.6 Considerações Finais: a Crítica da Heterodoxia sobre os Ajustes Estruturais da Indústria Brasileira

Para outro grupo de especialistas não tanto entusiastas dos processos de ajustes, tais como Erber e Vermulm (1993), Bielschowsky, (1999); Coutinho e Ferraz, (1993) Coutinho (1997; 2005), Erber e Cassiolato (1997), Gonçalves (2001), Laplane e Sarti (1997; 2006) e (Erber, 2001; 2004; 2010), dentre outros, as críticas propostas se voltam, em síntese, para o processo de abertura comercial célere e mau planejado sem uma estratégia que hierarquizasse de forma efetiva e estratégica os setores industriais, a excessiva confiança no ‘mercado’ e na crença no retorno e do papel ‘renovado’ do IDE e, e a ênfase das políticas monetária e cambial ortodoxas na “agenda” macroeconômica.

Um balanço do processo de reestruturação industrial realizado pelo Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira (ECIB) (COUTINHO; FERRAZ, 1993) revela que ainda que a direção dos ajustes empreendidos até aquele momento aumentaram a eficiência e a qualidade do produto industrial. O ambiente macroeconômico não tinha motivado uma atualização ou renovação significativa do parque industrial, nem de sua competitividade sistêmica e nem em nível internacional. O ECIB faz um diagnóstico abrangente sobre a competitividade na indústria brasileira:

Em comparação com os padrões internacionais, no início da década de 90, uma boa parte da indústria brasileira opera com equipamentos e instalações tecnologicamente defasados, apresenta deficiências nas tecnologias de processo, exhibe atraso quanto às tecnologias de produto e dispense pequena fração do faturamento em atividades de P&D. Demonstra, ainda, limitada difusão dos sistemas de gestão de qualidade, tanto de produtos quanto dos processos de fabricação, e apresenta relativa lentidão na adoção das inovações gerenciais e organizacionais, do tipo *just-in-time*, *quick response*, *total quality control* e outras. Enquanto internacionalmente as empresas intensificam laços de colaboração, **a maior parte da indústria brasileira resente-se de ausência de interação intensa entre usuário e produtor e carece de relacionamento mais cooperativo entre fornecedores e produtores**. Finalmente, apresenta, em geral, um padrão anacrônico de relações gerenciais/trabalhistas, que ainda encara o trabalho como um custo e não como um recurso primordial da produção, dando pouca atenção ao treinamento e à formação de operários polivalentes. (grifo nosso, p.18).



É importante destacar que o ECIB identificava deficiências relacionadas tanto em nível de empresas e estrutura industrial quanto em fatores sistêmicos. No primeiro caso, o processo de *downgrading* da produção de insumos e componentes, principalmente nas indústrias automobilística, eletrônica e bens de capital, vinha gerando um significativo enxugamento da estrutura industrial dos segmentos mais dinâmicos *vis-à-vis* os padrões de consumo dos países industrializados e do padrão de comércio internacional. Os problemas nessa área decorreriam do “grau inadequado de centralização do capital e do perfil setorial de atividades dos grupos econômicos, e tecido industrial incapaz de transmitir qualidade, produtividade e progresso técnico ao longo das cadeias produtivas” (p.18). Quanto às deficiências sistêmicas, o estudo sugere

a precariedade da base educacional brasileira, especialmente em face dos requisitos exigidos pelos novos processos produtivos; distanciamento entre sistema produtivo e sistema bancário-financeiro, marcado pela ausência de crédito e financiamento de longo prazo e pelo reduzido grau de endividamento como proporção dos ativos empresariais; e a profunda deterioração da capacidade regulatória do Estado, enfraquecido pela crise fiscal e financeira, impotente para articular a retomada do crescimento econômico e para fomentar o avanço da competitividade nacional, sem a implementação prévia de reformas. (p.18-19).

A conclusão do estudo sobre as condições competitivas da indústria era que os setores difusores de progresso técnico - do complexo eletrônico - (informática, telecomunicações, automação industrial, software), do complexo metalmeccânico (máquinas-ferramenta, máquinas agrícolas e equipamentos para energia elétrica), do complexo químico (fármacos e defensivos agrícolas) e o segmento de biotecnologia - eram os mais ameaçados pela prolongada crise econômica, desde o início na década de 1980. A retração dos investimentos penalizou esse conjunto de setores exatamente por que eles estão vinculados à incorporação de inovações tecnológicas na indústria como um todo. O fraco dinamismo da economia, juntamente à deterioração das condições de financiamento de longo prazo, descoordenação das políticas industrial e tecnológica durante a década de 1980, e particularmente da recessão e abertura de 1990/92, havia fragilizado severamente a capacidade competitiva desses setores. (COUTINHO; FERRAZ, 1993, p.286).

A concentração dos investimentos em modernização nas empresas líderes conduziu ao aprofundamento da heterogeneidade em pelo menos três setores: bens de capital, eletrônica e papel e celulose. Ademais, no setor de bens de capital, eletrônica e petroquímica,

particularmente, houve uma brutal contração dos investimentos em P&D, fenômeno agravado pela desmobilização das equipes de engenharia de P&D.

Caso se adicione à observação sobre a retração de atividades tecnológicas os esforços tecnológicos das empresas líderes necessários frente aos desafios e oportunidades do novo paradigma tecnológico, o quadro da heterogeneidade interna, e principalmente em relação ao exterior, se agravam. Erber e Vermulm (1993, p.250) já sintetizavam as consequências da retração das atividades tecnológicas dos setores de MF e petroquímica – generalizáveis para todos os setores onde tal comportamento ocorreu:

Em síntese, a reação das empresas dos dois setores em termos de atividades tecnológicas é francamente contracionista. Mesmo atividades defensivas, que levam a uma redução de custos concomitantemente com aumentos de produtividade, são adotadas apenas por uma minoria. Na maior parte das empresas, a redução de custos é lograda mediante ajustes quantitativos na produção e demissões de pessoal, que pouco resguardam as equipes tecnológicas e não introduzem maciçamente inovações. [...]

A contração do mercado interno, que remunera o licenciador, e a maior possibilidade de exportar para o Brasil, alternativa normalmente preferida por fornecedores externos, combinadas, apontam para a redução da oferta de licenciamento de tecnologia, especialmente aquele em que não há vínculos societários entre as partes. Em consequência, tende a aumentar a heterogeneidade entre as firmas nacionais e estrangeiras e o hiato tecnológico que separa as primeiras da fronteira internacional, especialmente no setor de máquinas-ferramenta. Mesmo que o nível de atividade econômica se recupere, a liberalização das importações e a crescente heterogeneidade entre firmas nacionais e estrangeiras devem consolidar uma atividade tecnológica restrita.

Estas questões são relevantes na medida em que se constata que, em nível internacional, é a capacidade de realizar a mudança técnica o alicerce fundamental da competitividade no longo prazo, principalmente no caso do segmento de MF/CNC, onde acontecia uma mudança radical de paradigma tecnológico. Sendo o aprendizado tecnológico fortemente cumulativo, a regressão das atividades tecnológicas e desmobilização das equipes de P&D nos setores difusores de progresso técnico era motivo de preocupação, pois apontava uma regressão dos esforços tecnológicos da indústria nacional.

Os desequilíbrios estruturais da PICE, prevalecendo as políticas de competição sobre as de competitividade, a retração dos financiamentos e dos investimentos e a recessão efetivamente tenderam a operar na prática como um poderoso processo de seleção regressivo às atividades tecnológicas. Face às difíceis condições competitivas do novo regime de

incentivos macroeconômico, a necessidade de preservação de taxas de investimento e de crescimento mínimas para garantir a obtenção de economias de escala produtivas de tecnologias mais complexas era fundamental, para também permitir um processo mais virtuoso e menos doloroso de reestruturação industrial.

Nos primeiros cinco anos do Real, um regime de política macroeconômica inconsistente de curto prazo comprometeu o tão esperado crescimento, devido à prioridade governamental de administração da estabilidade macroeconômica nas difíceis condições do modelo de “âncora cambial” (BIELSCHOWSKY, 1999, p.08). Nesse período, a autoridade monetária recorreu à decisão, invariavelmente, de aumentos expressivos da taxa de juros básica em virtude das sucessivas crises financeiras na economia mundial. Além disso, juntamente à continuidade da política comercial, com a aceleração do processo de abertura no segundo semestre de 1994, a valorização da taxa de câmbio real efetiva contribuiu para uma estrutura de menor proteção ao mercado doméstico, que promoveu uma crescente pressão das importações (efetivas e potenciais) sobre o *market share*, margens de lucro e valor agregado dos produtos domésticos. (LAPLANE; SARTI, 1997).

Se a partir da liberalização comercial e a estabilização inflacionária as importações de insumos, componentes, produtos de alta tecnologia e de bens de capital tiveram implicações positivas sobre a estabilização dos preços, ganhos de produtividade, redução de custos operacionais e financeiros, enfim, ganhos de competitividade da produção nacional, por outro lado levou à fragilização dos encadeamentos produtivos e tecnológicos. As importações de bens de capital também foram beneficiadas pelas melhores condições de financiamento internacional frente às altas taxas de juros internas, que prejudicaram os setores domésticos que concorrem com as importações na oferta destes tipos de bens, especialmente o de bens de capital mecânicos (LAPLANE; SARTI, 1997; ERBER; VERMULM, 2002). Os investimentos realizados pelas empresas visavam a reduzir custos por meio de substituição dos bens de capital defasados por máquinas e equipamentos de maior sofisticação tecnológica, em geral, importados, buscando a racionalização (BIELSCHOWSKY, 1999).

Inicialmente, os (poucos) investimentos da indústria brasileira, principalmente das empresas líderes, foram direcionados para racionalização e modernização organizacional, buscando a melhoria da qualidade, redução dos custos e o aumento da produtividade através da reposição de equipamentos, principalmente importados. As principais características da reestruturação produtiva foram a desverticalização, a especialização e a flexibilização. Um resultado perverso do processo de adaptação do setor privado às novas “regras do jogo” foi a “retração dos gastos em Pesquisa e Desenvolvimento, acompanhados de desmobilização de

equipes de engenharia previamente envolvidas com este tipo de atividade”. (BAPTISTA; JORGE, 1993, p.06).

As empresas líderes buscaram uma reestruturação produtiva com redução de emprego, através de processos de inovações organizacionais e baixos investimentos voltados para a ampliação da capacidade produtiva. Elas procuraram responder e se adaptar a esse ambiente a partir de estratégias francamente conservadoras, com o abandono de linhas de produtos com maior conteúdo tecnológico em favor dos mais padronizados, redução dos níveis de integração vertical consubstanciado na substituição da produção local de partes, peças e componentes por importações, ou seja: um processo de substituição de importações às avessas, fenômeno conhecido como “*downgrading*”. De outro lado, promoveu a reorganização e ajustes nos processos, *layouts* de planta, redução das hierarquias e níveis organizacionais. Prevaleram também as estratégias de especialização setorial e intrassetorial (MIRANDA, 1996).

Paradoxalmente, a melhora rápida da eficiência dos produtores locais (tanto empresas nacionais como filiais de empresas estrangeiras) foi facilitada pelo relativo atraso tecnológico acumulado nos anos 1980, particularmente nos setores voltados para o mercado interno.

Mais uma vez, a indústria brasileira colheu os benefícios da condição de *late comer*. Em contrapartida, mais uma vez os produtores locais ficaram restritos à imitação dos avanços desenvolvidos anteriormente no exterior e, com raras exceções, não realizaram esforços genuinamente inovadores. As formas típicas de atualização tecnológica consistiram na adoção da tecnologia “incorporada” em projetos de produtos e em equipamentos adquiridos no exterior. A importação foi, do ponto de vista das empresas, o caminho mais curto e mais barato para ganhar acesso às inovações “disponíveis” no exterior e para aumentar sua competitividade. (LAPLANE; SARTI, 2006, p.275).

Embora Laplane e Sarti (1997) já reconhecessem que na segunda metade da década de 1990 a economia brasileira estava atravessando um período de profundas transformações produtivas, organizacionais e patrimoniais, principalmente “o aprofundamento da internacionalização produtiva, refletido, sobretudo, no crescente e significativo fluxo de IDE”; insistem também em destacar a pouca virtuosidade dos maiores “fluxos comerciais que, diferentemente do período anterior, se caracterizam por um crescimento mais que proporcional das importações *vis-à-vis* o produto industrial e as exportações, resultando em

perda de *market share* da produção doméstica e em elevados e sistemáticos déficits comerciais”. (p.144).

Esses autores entendiam que a ênfase nas políticas monetária e cambial, por estarem desamparadas de qualquer política industrial vertical compensatória e seletiva, levaria a economia a se direcionar cada vez mais para setores produtores de *commodities*. Por outro lado, **as empresas estrangeiras reorientaram as importações de componentes para atender, fundamentalmente, o mercado interno e o Mercosul, ao invés de atuarem como fornecedoras globais.** Na segunda metade dos anos 1990, se verifica um aumento da importância relativa de setores tradicionais e intensivos em recursos naturais, e indústrias processadoras ou não de média-baixa intensidade tecnológica.

De acordo com Laplane e Sarti (1997, p.152), a “retração nos níveis de produção do segmento de máquinas e equipamentos nos anos mais recentes contrasta com a retomada dos investimentos globais e, sobretudo, com o retorno dos fluxos de IDE (Investimento Direto Externo)”. A volta do IDE nesta década, como nas anteriores, foi predominantemente *market seeking*, conforme classificação de Dunning, sendo o mercado interno e a proximidade com clientes os principais determinantes, enquanto as exportações desempenham papel secundário. Na segunda metade, também se identificam algumas empresas estrangeiras com investimentos na exploração de recursos naturais e que, sem exceção, focam suas atividades na exportação (*resource seeking*). Mas tanto os investimentos que visavam aos mercados ou recursos internos buscaram a eficiência (*efficiency seeking*), como aumento de escala, complementação da linha de produtos com a maior especialização e intensificação do *outsourcing*. (p.274).

Quanto, portanto, ao processo de internacionalização produtiva da indústria brasileira nos anos 90, a partir da caracterização do fluxo de investimento direto estrangeiro (IDE) e de seus impactos sobre o crescimento econômico, a conclusão de Laplane e Sarti (1999, p.05) é que:

a despeito do expressivo incremento no fluxo, as características do IDE limitam sua contribuição para o crescimento. A concentração na produção de bens de consumo e de intermediários para o mercado interno, associada à forte importação de equipamentos, matérias-primas e componentes, indica que o IDE não altera significativamente a pauta exportadora. Embora represente uma importante entrada de divisas, o IDE não desloca uma das principais restrições ao crescimento: a restrição externa na balança comercial.

Como também apontou Coutinho (1997), o IDE trouxe efeitos menores que os esperados, já que, ao modernizar a capacidade produtiva de alguns setores, absorveu, em

contrapartida, maiores importações de máquinas e equipamentos. Os resultados disso, agravados pelas políticas macroeconômicas contracionistas e de juros elevados, foram decisões de desinvestimentos no setor de bens de capital nacional, via fechamento de plantas industriais e/ou substituição de linhas de produtos por importações. Para Coutinho (1997, p.95),

esse tipo de abertura da economia brasileira com forte desproteção cambial tornou-se contraproducente, induzindo uma tendência à desindustrialização e à redução do valor agregado das atividades manufatureiras. [...] Em muitos setores de produtos intermediários (componentes e matérias-primas) e principalmente bens de capital, predominam decisões de desinvestimento – fechamento de plantas industriais, total ou parcialmente: substituição de várias linhas de produtos por importações.

Para Coutinho (1997) e Erber (2001), o novo padrão de especialização produtiva, além de não estabelecer um horizonte de crescimento econômico sustentado – uma vez que se concentraria em setores de menor valor agregado e baixo dinamismo nos mercados interno e externo (por exemplo, papel e celulose, *agribusiness*, siderurgia, processamento mineral e alumínio) – apenas confirmaria um padrão de especialização competitiva que a indústria brasileira já havia conseguido alcançar na década de 1970. Nesse sentido, ter-se-ia, portanto, um processo de especialização regressiva do ponto de vista industrial. A desarticulação das cadeias produtivas e o abandono das atividades mais intensivas em inovação caracterizaram um processo de “especialização regressiva” da produção industrial brasileira (COUTINHO, 1997) na direção da afirmação da “*hipótese de inserção regressiva do Brasil no sistema mundial de comércio*”, com a “*reprimarização*” da pauta de exportações (grifo do autor, GONÇALVES, 2001). Para esse grupo de autores, a economia brasileira passou por um processo de destruição, não a “destruição criativa” no sentido de Schumpeter, mas uma destruição de alguns elos tecnológicos e produtivos e equipes de engenharia de P&D desestruturadas.

As empresas abandonaram todas as atividades nas quais o aumento da competitividade não pudesse ser obtido com a velocidade e a economia de investimento que o câmbio apreciado e a taxa de juros exigiam. Independentemente dos ganhos imediatos de produtividade que esses movimentos possam ter gerado, a consequência, do ponto de vista do perfil da produção industrial no Brasil, foi a especialização em atividades intensivas em vantagens naturais ou com menor exposição à concorrência externa. A desarticulação das cadeias produtivas e o abandono das atividades mais intensivas em inovação caracterizaram um processo de “especialização

regressiva” da produção industrial brasileira. A principal exceção foi a cadeia metal-mecânica, que combinou vantagens naturais (extração mineral), de tecnologia e de escala (siderurgia) e outras vantagens construídas por políticas públicas, em sintonia com as estratégias das filiais estrangeiras (complexo automotivo). (LAPLANE; SARTI, 2006, p.275-276).

**A ênfase das políticas de competição e a estabilização inflacionária ancorada na alta taxa de juros e na sobrevalorização da taxa de câmbio real efetiva favoreceram expectativas produtivas e tecnológicas francamente defensivas que penalizou o investimento e o crescimento, condições mínimas necessárias que garantiriam uma maior amplitude e dinamismo dos processos setoriais de reestruturação industrial.** Em outro trabalho, Continho (2005) diferencia os regimes macroeconômicos malignos e os benignos, e o primeiro caracterizaria a década de 1990, embora a desvalorização cambial em 1999 pronunciasse uma trajetória macroeconômica menos maligna.

Nessa década as empresas estrangeiras ganharam participação em quase todos os setores da economia (LAPLANE; SARTI, 2006). De Negri (2003) mostra que os coeficientes de exportação e importação das empresas transnacionais são superiores ao das empresas nacionais, mas seu coeficiente de importações é relativamente maior que o das exportações. Em todo caso, a exposição interna das empresas brasileiras à concorrência internacional relaciona-se positivamente ao aumento da produtividade (derivada das economias de escala), e, em consequência, à capacidade exportadora delas.

Não se trata, evidentemente, de desconhecer os impactos eventualmente benéficos do processo de abertura econômica. A abertura, tudo sugere, era inexorável, tendo em vista as profundas mudanças na economia mundial. Como, todavia, não foi acompanhada de políticas e condições de crescimento adequadas que permitissem criar condições de reestruturação e de aumento de competitividade de longo prazo, setores e empresas “foram rapidamente destruídos e substituídos por importações crescentes. A política de abertura, tal como foi conduzida, levou a substituições de importações às avessas” (CASSIOLATO, 2001, p.19).

O processo de “seleção” a que foram submetidas a economia brasileira, em especial sua indústria, foi mais intenso para as empresas de capital privado nacional. Segundo Cassiolato, a crise foi mais forte para estas firmas porque as mesmas “dispunham de menores graus de liberdade para a definição de estratégias de ajustes e menor capacidade de adaptação às mudanças introduzidas ao longo do processo”. As empresas “estrangeiras contavam com financiamentos a baixo custo no mercado internacional”, enquanto essas “empresas buscavam complementar sua linha de produção com importações da matriz e/ou de componentes sua

rede de fornecedores internacionais”, e ainda, talvez mais importante, “contavam com apoio significativo de seus governos em suas estratégias de internacionalização” (p.19). De outro lado, mesmo considerando a enorme queda do preço dos bens de capital, o custo do capital aumentou significativamente, que juntamente ao diferencial de acesso a mercado de capitais, de financiamento e tecnologia, limitou severamente o potencial de investimento das empresas nacionais em relação às empresas de capital estrangeiro. Estas características são atribuídas aos ajustes ocorridos na Argentina, Brasil, Colômbia e México (CIMOLI; KATZ, 2002; KATZ, 2005; CASTALDI *et alii*, 2009).

Em síntese, o novo regime de incentivos macroeconômicos capitaneado pela abertura comercial e financeira e a estabilização inflacionária produziu um profundo processo de ajuste estrutural da economia e da indústria brasileira.

É necessário assinalar que o período de ajustamento e reestruturação industrial foi marcado por políticas econômicas restritivas e um ambiente macroeconômico turbulento, que provocaram a contração do mercado para produtos domésticos, um aumento de importações e baixas taxas de investimento e crescimento econômico. **A sustentabilidade do novo regime macroeconômico dependia, por sua vez, da qualidade e profundidade do processo de reestruturação industrial empreendido.** Em outras palavras, a elevação dos níveis de bem-estar domésticos e sua sustentabilidade de longo prazo dependiam do grau de sucesso do processo de reestruturação industrial. O investimento e o crescimento econômico do Brasil na década de 1990 parecem ter sido insuficientes, como também não foram generalizados os processos intersetoriais de reestruturação e especialização industrial, principalmente entre as pequenas e médias empresas, com um aumento da heterogeneidade competitiva inter e intrasetoriais.

As mudanças no ambiente institucional condicionaram os processos de ajuste estrutural (interno e externo) da economia, e a reestruturação produtiva de cada indústria. O impacto das reformas e o ambiente de incerteza, diante de altas taxas de juros reais e a sobrevalorização da taxa de câmbio, induziram respostas e estratégias altamente heterogêneas e defensivas das empresas no processo de reestruturação industrial através de inovações organizacionais, desverticalização e especialização produtiva, com desestruturação das equipes de P&D nas empresas, desencorajando investimentos e acumulação de capacidades tecnológicas. As grandes empresas com acesso a crédito e tecnologia importada saíram vitoriosas do processo, enquanto as pequenas e médias enfrentavam grande dificuldade para levá-lo adiante, o que alimentou a heterogeneidade e o desemprego estrutural da economia na década de 1990.



A fusão das esferas macro-microeconômicas configuram o quadro mais geral do ajuste estrutural e estratégias empresariais. As oportunidades de investimentos produtivos e inovativos e o aumento da competitividade industrial foram configurados por uma espécie de regimes tecnológicos setoriais “perversos” que emergiram da interdependência entre as forças macro-microeconômicas expressas na coevolução das mudanças institucionais, econômicas e tecnológicas. (CIMOLI; KATZ, 2002).

O padrão de especialização produtiva em produtos intensivos em capital e recursos naturais diante desse conjunto de mudanças institucionais e incentivos puxou o país para um tipo de “armadilha do baixo crescimento econômico”. (CIMOLI; KATZ, 2002). Por desencorajar investimento em adição de capacidade produtiva e a absorção/criação de capacidades tecnológicas do paradigma microeletrônico, a armadilha do baixo crescimento se constitui, basicamente, da especialização em setores com baixa geração doméstica de conhecimento tecnológico e valor adicionado. Este padrão de mudanças e especialização produtiva, juntamente a um cenário de privatizações, reestruturações patrimoniais, baixo investimento público, altos juros reais, ambiente de incerteza diante da penetração de importações, não criou condições para o crescimento econômico sustentado.

Os desequilíbrios recorrentes e crescentes no balanço de pagamentos na segunda metade da década de 1990, decorrentes da abertura comercial e, posteriormente, da sobrevalorização da taxa de câmbio, foram financiados pela entrada do capital internacional “volátil”, atraídos pelas altas taxas de juros domésticas, que impactaram negativamente o desequilíbrio das contas do setor público, no aumento da dívida líquida interna e baixo nível de investimentos. Essa inconsistência macroeconômica de curto prazo, aliada à modernização conservadora das empresas nacionais e à baixa capacidade de indução dos investimentos das empresas estrangeiras (devido o aumento da dependência de insumos e bens de capital importados) resultou em sérias restrições ao crescimento econômico na década de 1990, e que poderia comprometer seu desempenho. (FERRARI FILHO, 2001).

Diversos estudos buscam testar a hipótese de que as reformas suscitaram um padrão de especialização que, embora positivo do ponto de vista da produtividade, levou a uma taxa de crescimento de *steady state* menos otimista do que a idealizada pelos adeptos do novo modelo econômico (FERRARI FILHO, 2001). Carvalho e Lima (2009, p.53), ao sugerirem a afirmação da hipótese de “uma quebra estrutural na elasticidade-renda das importações a partir de 1994”, dizem que “é possível inferir que a estratégia de desenvolvimento do novo modelo econômico, por intermédio das reformas liberalizantes dos anos 1990, reconduziu o país às suas vantagens comparativas estáticas”. Conforme o estudo de Gouvêa e Lima (2009),

alterações na razão entre as elasticidades-renda das exportações e das importações dependem das taxas reais de câmbio setoriais, da composição setorial da produção e das exportações brasileiras.

A partir do estudo das diversas trajetórias de crescimento e evolução das exportações na América Latina e no Leste Asiático desde os anos de 1960, Palma (2005, p.395) defende duas hipóteses. “A primeira é que o crescimento do PIB e o papel das exportações neste parece ser ao mesmo tempo dependente do produto e um fenômeno institucional”. O autor explica que quanto às exportações, “sua capacidade de gerar crescimento do PIB (induzido pelo comércio exterior) parecem estar intimamente ligadas tanto à composição da pauta de exportações, quanto ao seu grau de “enraizamento” efetivo à economia doméstica, e à capacidade do Estado de implementar políticas comerciais e industriais adequadas”. Países que se especializam na produção e exportação de “microchips” devem crescer a taxas mais elevadas do que os países que produzem e exportam “batatas chips”. A confirmação da segunda hipótese envolve considerações sobre as dinâmicas produtiva e inovativa das empresas do Leste Asiático: os dados sugerem que o desempenho muito superior do Leste Asiático está diretamente associado ao seu esforço continuado, tanto por parte do governo como do setor industrial, de agregar valor à oferta, ao longo da chamada “curva de aprendizado”, e de adaptar sua produção à demanda externa (seguindo as mudanças incessantes da demanda internacional) (p.395). Ainda segundo o autor, o Brasil teria seguido o padrão dos países caracterizados como “patos vulneráveis”: a contrapartida do processo de especialização em atividades intensivas em recursos naturais com a redução da participação de segmentos de altas e médias intensidades tecnológicas, e a perda do dinamismo associada à redução da diversificação da estrutura industrial.

De fato, as baixas taxas de crescimento econômico registradas pelos países da América Latina nas décadas de 1990 e 2000, que adotaram sem questionamento as políticas neoliberais, contrastam significativamente com as daqueles que as adotaram parcialmente, principalmente do Leste Asiático, países que registram taxas mais altas de crescimento (RODRIK, 2005; 2007). Tanto a primeira geração (Japão) de tigres asiáticos, quanto a segunda (Coréia do Sul, Taiwan) e terceira (China), fizeram uso intencional de políticas industriais e tecnológicas em suas estratégias de desenvolvimento industrial, que foram combinadas com políticas de câmbio de equilíbrio competitivo ou taxas cambiais desvalorizadas, altas taxas de investimento e de poupança doméstica (GALA, 2008). Os países asiáticos que se industrializaram, assim como a China nas últimas três décadas, começaram produzindo e exportando produtos intensivos em trabalho e, progressivamente,

foram mudando a produção e suas pautas exportadoras na direção daqueles produtos mais intensivos em engenharia ou conhecimento.

Como já mostrava o estudo de Wade (1990) e Palma (2005), a experiência do desenvolvimento econômico do leste Asiático, como na Coreia do Sul e Taiwan, por exemplo, revela a importância da inserção internacional de indústrias tecnologicamente dinâmicas orientadas para a exportação de produtos com alto valor agregado e que apresentaram forte crescimento de demanda e na participação das exportações mundiais. Enquanto algumas empresas estrangeiras foram atraídas em indústrias como a automobilística, que eram também voltadas para o mercado internacional, os *chaebols* coreanos focaram suas estratégias em setores voltados ao comércio exterior, devidamente caracterizados por elevadas economias de escala e acentuada curva de aprendizado produtivo e tecnológico, produtores de manufaturas de elevada elasticidade-renda da demanda e de elevados dinamismo tecnológicos e produtivos, que permitiram um aumento da produtividade da mão-de-obra com rapidez.

De acordo com Amitrano (2010, p.80), a descrição dos principais elementos do regime de crescimento da economia brasileira corrobora a sustentação explicativa “de que o mesmo teria transitado de um regime de crescimento baixo e volátil para outro de taxas moderadas e relativamente estáveis”, pois “tanto o regime de demanda como o regime de produtividade teriam passado por modificações importantes após 2003, possibilitando tal transição”. Por outro lado, em resposta ao tipo de especialização produtiva e o padrão de inserção internacional, a taxa de crescimento de longo prazo da economia, aquela que garante o equilíbrio do balanço de pagamentos, “se coloca como um constrangimento a um regime de crescimento virtuoso, exigindo tanto medidas de política macroeconômica, sobretudo no âmbito monetário-cambial, quanto políticas de desenvolvimento capazes de afetar as estruturas produtiva e de comércio exterior”. (p.80).

Conclusivamente, as mudanças estruturais sob a convenção neoliberal de desenvolvimento implicaram a modernização da capacidade produtiva existente, das maiores empresas e da estrutura econômica, mas não levaram a um crescimento na capacidade de inovação nem em nível micro nem da economia como um todo. (ERBER, 2004, p.51).

## **6 O PROCESSO DE REESTRUTURAÇÃO DO SETOR DE MÁQUINAS-FERRAMENTA PÓS-1990: MUDANÇAS INSTITUCIONAIS, DESEMPENHO E ESPECIALIZAÇÃO**

A discussão sobre os efeitos da abertura econômica e o aumento da “contestabilidade” na economia brasileira objetivou levantar uma visão geral para entender o processo de reestruturação industrial empreendido na década de 1990, destacando a aderência e a direção dos ajustes setoriais às reformas estruturais e ao novo arcabouço regulatório e competitivo da economia brasileira.

É necessário, antes de adentrar na análise sobre a reestruturação do setor de MF, considerarmos uma hipótese estilizada como pano de fundo para buscar caracterizar e qualificar os resultados desse processo nas décadas de 1990 e 2000, levando em conta as principais deficiências competitivas e estruturais do setor de MF na década de 1980, tais como: baixas economias de escala, alta diversificação e, conseqüentemente, falta de especialização produtiva, e baixo dinamismo tecnológico e inovativo. Nestes termos, **os desafios impostos pela liberalização comercial e pelas novas tecnologias implicavam que o processo de reestruturação do setor de MF fosse na direção de que as empresas buscassem ganhos de produtividade e competitividade através da especialização, maior escala da produção e volume de faturamento, e uma trajetória menos verticalizada. Esperava-se que essas mudanças permitissem às empresas diminuir seus preços, mesmo com o lançamento de novas MF mais adequadas ao mercado local, de melhor qualidade e com maior conteúdo tecnológico. Com a mudança do arcabouço regulatório e um ambiente mais contestável com a abertura econômica, podia-se esperar que a produção interna pudesse concorrer com as importações, e a especialização e as exportações fossem na direção da relação de complementaridade através do comércio internacional, como sugere a configuração do tipo de comércio intraindustrial do setor. Elevar o coeficiente de exportação do segmento de MF seriadas também seria fundamental para que se alcançassem as escalas mínimas requeridas para acompanhar o desenvolvimento tecnológico internacional.** Esse quadro, no limite, pode bem constituir “o melhor dos mundos” para o setor de MF no Brasil, uma hipótese relativamente otimista, considerando suas carências competitivas e inovativas e tendo em vista os sucessos e as deficiências do modelo de industrialização brasileiro.

Não obstante, algumas mudanças nesse sentido e outras dificuldades que poderiam ocorrer com a abertura já tinham sido identificadas por especialistas do setor. Nestes termos,

entre os efeitos positivos, o mais destacado era que a abertura comercial permitiria a importação de partes, peças e componentes mecânicos e eletrônicos, o que possibilitaria aumentar a qualidade e o desempenho das MF/CNC, juntamente com a diminuição dos custos de produção e dos preços. É evidente que os desafios competitivos eram de maior envergadura, haja vista a concorrência em preço e tecnologia, o aumento das economias de escala e especialização e as condições sistêmicas para isonomia competitiva com as importações, tais como: condições de comercialização, financiamento, tributação, taxa de câmbio, preço dos insumos diversos (energia, aço, etc.) e política industrial.

Conforme já destacavam Erber e Vermulm (1993, p.198)

a abertura pode expor o setor não apenas à concorrência definida estritamente em termos técnicos e produtivos, mas também à concorrência definida de forma sistêmica. Isto é, além de enfrentar a concorrência em preços e tecnologia, o setor terá que enfrentar a concorrência também nas condições de comercialização, financiamento, tributação e câmbio. No caso do Brasil, a crise econômica reduziu as disponibilidades de financiamento, elevou as taxas de juros, elevou a carga fiscal e o câmbio sofreu grande instabilidade com tendência à sobrevalorização. Nessas circunstâncias, o setor de máquinas-ferramenta não dispõe de condições favoráveis para atuar no mercado externo e, ao mesmo tempo, com a abertura, enfrentará a concorrência das importações realizadas em condições mais favoráveis do que aquelas que prevalecem no mercado interno brasileiro.

O objetivo desse capítulo é discutir a aderência e a direção do processo de reestruturação no setor de MF a partir das mudanças induzidas pela abertura comercial e pelo novo ambiente competitivo, principalmente, tendo em vista quatro considerações: a) as tendências e o padrão de concorrência do setor em nível internacional; b) as características gerais dos ajustes produtivos e tecnológicos empreendidos pelas empresas, levando em conta suas especificidades históricas, principalmente no que diz respeito às capacidades tecnológicas “adquiridas” pelos esforços inovativos e processos de aprendizagem empreendidos antes e após a abertura econômica; c) a especialização e os possíveis ganhos de escala produtivas (e diminuição de preços) do setor com a abertura comercial; e d) as condições sistêmicas para competitividade quanto a taxas de juros e câmbio, financiamento, preços dos insumos, carga fiscal e política industrial. No capítulo 7 seguinte trabalhar-se-á exclusivamente com a dinâmica inovativa e as condições sistêmicas para inovação de uma perspectiva neo-schumpeteriana.

Tendo em vista esses objetivos, o capítulo divide-se em cinco seções. Na seção 6.1 faz-se um breve panorama sobre as principais mudanças institucionais e analisa-se o processo

de reestruturação produtiva, as condições sistêmicas e o desempenho do setor de MF. Na seção 6.2 busca-se compreender especificamente os fatores estruturais para a competitividade, com o estudo do comércio exterior por partida de produtos, e o impacto da abertura sobre a estrutura do setor. Na seção 6.3, busca-se caracterizar a especialização produtiva e a estratégia competitiva levando-se em conta as características das empresas mais relevantes da indústria, enquanto na seção 6.4 analisa-se o desempenho e a reorganização do setor de MF a partir de dados da Pesquisa Industrial Anual/Empresa. Na seção 6.5 fazem-se as considerações finais.

## 6.1 Mudanças Institucionais, Estrutura e Desempenho do Setor de Máquinas-Ferramenta Pós-1990

Essa seção foi dividida em duas subseções: na seção 6.1.1 discutem-se as principais mudanças no arcabouço institucional com impacto no setor de MF, enquanto na subseção 6.1.2 analisam-se o processo de reestruturação produtiva, as condições sistêmicas e o desempenho do setor de MF.

### 6.1.1 Arcabouço Institucional: Principais Mudanças para o Setor

De acordo com Chudnovsky e Erber (1999, p.589-594), para o setor de MF, na presença de uma variedade de estímulos contraditórios, “resulta conveniente examinar con más detalle las políticas que inciden sobre este sector”. Para isso, examinam: a) a liberalização das importações no segmento; b) crédito para vendas internas; c) carga fiscal; d) crédito e incentivos fiscais para o desenvolvimento tecnológico; e) tributos, créditos e incentivos às exportações, e f) o regime automotivo.

Para o setor de MF, a reforma comercial e o processo de abertura na primeira metade da década de 1990 buscaram eliminar as restrições não tarifárias (lei do similar nacional), a diminuição das tarifárias e sua dispersão às importações de bens de capital. Em 1990, a tarifa sobre MF convencionais era de 40% e sobre as MF/CNC de 65%. Em 1996, a tarifa aplicável a todo tipo de máquinas era de 17%, mas foi aumentada para 20% em 1997 em decorrência da crise asiática. Em 2001, a tarifa seria reduzida para 14%, dentro do processo de convergência estabelecido entre os países do MERCOSUL (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999, p.589). Segundo Kume e Piani (2005). A definição de uma tarifa aduaneira modal de 14% nas

importações de máquinas e equipamentos sempre foi motivo de grande controvérsia e uma questão de resolução não trivial<sup>79</sup>.

No entanto, os níveis nominais de tarifas sobrevalorizam o nível de proteção real devido a vários fenômenos, conforme Chudnovsky e Erber (1999), que destacam como os mais importantes: 1) a prática do “ex-tarifário”, que “invierte la relación de fuerza entre compradores y proveedores bajo el régimen de similaridad” [...], pois “las máquinas pueden ser importadas con una tarifa cero si el comprador aduce que no existen productos nacionales similares” (p.589); 2) “Los niveles arancelarios de importantes componentes de MH, tales como rodamientos, motores y unidades de CNC, son iguales o superiores a los aplicados sobre o producto final, reduciendo así la protección efectiva para la producción de MH”; 3) “Diferencias fiscales con el exterior reducen la competitividad de las máquinas locales frente a sus competidores extranjeros”; 4) “El mayor costo de financiamiento para la compra de MH domésticas favorecen a las importaciones”; e 5) “Los mecanismos de protección contra prácticas desleales del comercio recién fueron establecidos en 1995”<sup>80</sup> (p. 590). Pode-se acrescentar que o setor de bens de capital é bastante incentivado nos países desenvolvidos, seja relativo à taxa de juros, crédito e condições de comercialização, incentivos às exportações ou ao investimento que não é tributado. (AVELLAR, 2008; CHUDNOVSKY; ERBER, 1999).

Quanto aos incentivos fiscais para o desenvolvimento tecnológico na década de 1990, o BNDES e a FINEP contavam com linhas de crédito e de capital de risco. Registra-se que no ano de 1995 a FINAME estabeleceu incentivos especiais para fabricantes que tivessem certificados ISO 9001/2, programa que certifica empresas com boas práticas e rotinas produtivas, mas não mostra nada a respeito das inovações. Estes incentivos poderiam ser ampliados, com cobertura que atingiria 100% do financiamento do valor da máquina, se o

---

<sup>79</sup> “De um lado, estavam aqueles que priorizavam o estímulo aos investimentos privados, assim favorecendo as exportações e o crescimento econômico, e, de outro, os que pretendiam evitar que isso fosse viabilizado através da eliminação da produção regional de bens de capital. A definição de uma tarifa “ideal” para bens de capital deveria permitir a conciliação desses dois objetivos, ou seja, assegurar uma proteção adequada aos produtores regionais sem comprometer substancialmente a competitividade internacional da produção no MERCOSUL”. (KUME; PIANI, 2005, p.379).

Segundo Avellar (2008), “no Brasil, as *barreiras tarifárias* se colocam na pauta da discussão como limites à possibilidade de expansão do setor. Volta à tona o debate sobre os *ex-tarifários*, onde a isenção de tarifas na aquisição de bens de capital no mercado internacional, em 1997, foi responsável pela configuração da produção interna de bens de capital no Brasil, diante da facilidade de substituição de equipamentos nacionais por estrangeiros.

Em meados de 1997, o Governo Federal eliminou a isenção do *Imposto de Importação* de 3,7 mil máquinas e equipamentos não-fabricados no Brasil de uma lista de quatro mil itens até então denominados *ex-tarifários*. Com essa medida, os bens passariam a pagar uma tarifa de 17%, sendo 14% referente à tarifa média de importações mais 3% da Tarifa Externa Comum (*TEC*). Deve-se destacar que esses bens também não pagavam ICMS aplicado em média de 18%” (grifo da autora). O trabalho não disponibiliza o número de páginas.

<sup>80</sup> Ver mais detalhes no trabalho citado.

fabricante de MF investisse pelo menos 2% de sua receita líquida em atividades de P&D. Apenas um fabricante de MF, a empresa nacional líder na produção de tornos CNC, a qual implementou as rotinas da ISO e apresentou um programa de investimentos em P&D, conseguiu beneficiar-se do incentivo ampliado. A mesma empresa também foi a única do segmento a apresentar um planejamento de P&D (de US\$ 28 milhões em três anos) para acessar um programa de incentivos fiscais para atividades tecnológicas instituído pelo Governo Federal em 1993. (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999).

Em abril de 2003, foi aprovado o Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial (PDTI) da mesma empresa pela FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos). O programa objetivou a programação de investimentos (R\$ 31,4 milhões em três anos) para diversos projetos de desenvolvimento de novos produtos. Os incentivos fiscais concedidos de R\$ 4,7 milhões tiveram seu aproveitamento limitado a 4% do Imposto de Renda Devido (ROMI, 2003).

Para o financiamento às exportações de MF para América Latina e para o MERCOSUL, a FINAME também pareceu ser um instrumento de importância crescente na década de 1990, principalmente para as maiores empresas, mas apresentava em 1998 taxas reais de juros ainda elevadas comparadas as taxas internacionais. A linha de crédito especial da FINAME para “equalização” da taxa de juros para exportações (Proex-equalização) não alcançava o setor de MF. (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999).

Um incentivo fiscal ao setor de bens de capital mecânicos para inovação tecnológica nos últimos anos – além daqueles comentados no capítulo 5 consonante a PITCE e o PDP – foi a Medida Provisória 66 editada em agosto de 2002, que já permitia a dedução dos investimentos em P&D do lucro líquido para efeito do cálculo do IRPJ (Imposto de Renda de Pessoa Jurídica) e CSLL (Contribuição Social sobre o Lucro Líquido). “Essa medida determina que se a inovação for transformada em patente o abatimento terá acréscimo de 100%. Pode-se afirmar que a MP 66 trouxe benefícios para a indústria, ao acabar com a cumulatividade do PIS (Programa de Integração Social) e também sinalizar a eliminação do efeito cascata da Cofins (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social)”. (AVELLAR, 2008).

Nos anos 2000, também se registra importância crescente da FINAME, principalmente a FINAME Leasing, para o financiamento das vendas internas de MF. Os desembolsos passaram de aproximadamente R\$ 200 milhões em dezembro de 2003 para algo em torno de R\$ 525 milhões em dezembro de 2006, o que representou cerca de 25% do faturamento nominal do setor de MF. Segundo Santos, Carvalho, Machado e Piccinini (2007,



p.93) “as empresas localizadas no Estado de São Paulo absorveram 88,9% das operações de financiamento pelo FINAME/FINAME Leasing. No período 2003-2006, as operações com os fabricantes paulistas cresceram 145,4%”.

Quanto as empresas que realizaram mais operações, destacam-se a Romi, Heller, Schuler e Taurus/Wotan, com cerca de 73% das operações de FINAME/FINAME Leasing. Segundo os autores, “destaca-se a *performance* da empresa Romi, que realizou operações de R\$ 269,7 milhões, 51,2% do total. No período 2003-2006, as operações com a empresa cresceram 155,64%” (p.93). E explicam:

Pode-se inferir que os clientes dos fabricantes de máquinas-ferramenta consideram mais atrativas as condições de acesso aos produtos FINAME/FINAME Leasing do que as encontradas pelos clientes de fabricantes de outros segmentos do setor de bens de capital mecânicos. Fatores que facilitam a disseminação das informações e favorecem a concessão dos financiamentos por agentes financeiros do BNDES podem ter contribuído para tal. (p.93).

Porém, em todo o período compreendido entre as duas décadas, 1990 e 2000, as taxas de juros reais dos financiamentos no Brasil foram muito superiores a taxas de juros internacionais. Apenas a partir do segundo semestre de 2008 em diante com o Plano de Sustentação do Investimento (PSI) as taxas de juros reais do BNDES caíram para patamares internacionais.

O regime automotivo como política setorial também teve implicações no setor de MF, pois o complexo automotivo constitui o principal mercado de MF, principalmente dos produtos mais complexos do ponto de vista tecnológico (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999, p.593). O regime automotivo impôs restrições sobre as importações de veículos através de tarifas especiais e cotas. Por outro lado, estabeleceu incentivos fiscais para os investimentos locais e exportações das empresas terminais e fornecedores beneficiárias. O regime reduziu as tarifas sobre MF (2%), enquanto, ao mesmo tempo, forçou as montadoras de veículos e fabricantes de componentes a manter uma relação entre as compras locais e importações de bens de capital, especialmente MF.

### 6.1.2 Restruturação industrial e Desempenho do Setor

A análise do capítulo 5 mostrou que, mesmo considerando as características distintas dos processos de reestruturação em nível setorial, os ajustes dos segmentos intensivos em tecnologia e também no setor de bens de capital mostraram-se viesados mais pelo lado das

importações do que pelo lado das exportações e da produção local. Os processos de reestruturação setoriais foram em direção das modernizações organizacionais/produativas e maior especialização, deixando as questões relacionadas às inovações em segundo plano. Ademais, as empresas pouco investiram em adição de capacidade produtiva, com exceção das empresas do complexo automotivo.

No entanto, para estudar tal tipo de configuração no setor de MF (e em outros ramos) deve-se levar em conta as características específicas e históricas do setor, como fatos estilizados do processo de crescimento no período do PISI. A configuração e as características “adquiridas” das empresas quanto ao padrão de concorrência, capacidades tecnológicas, estrutura industrial, segmentação produtiva e especialização de mercado entre as empresas nacionais e estrangeiras - enquanto características históricas no processo de mudanças após 1990 – se tornam importantes para análise. Ou seja, a reação de cada uma das empresas foi condicionada por aspectos relativos ao tamanho, à propriedade do capital, ao conhecimento tecnológico acumulado ao longo do tempo e às próprias condições financeiras das empresas.

Lembremos que o setor de MF caracteriza-se por sua importância tecnológica, por estar intimamente ligado ao desempenho do sistema industrial, e principalmente ao nível de investimentos dos setores do complexo eletrometal-mecânico, e que a concorrência internacional aumentou bastante no segmento mais intensivo em tecnologia após 1980, quando a trajetória tecnológica do setor estabiliza-se a partir de processos de inovações mais incremental.

As informações da Tabela 18 mostram que entre os anos de 1988 a 1992 o desempenho econômico do setor de MF apresentou significativa piora: há uma queda das vendas e da produção industrial e um aumento da ociosidade das instalações. As empresas buscaram se ajustar cortando emprego, reduzindo as horas trabalhadas e aumentando exportações, conforme mostra a Tabela 19. Com o retorno do investimento, as vendas reais, a produção interna e as horas trabalhadas cresceram entre 1993 e 1995. Neste último ano se alcança o auge do valor da produção de MF dos anos 90.

Nota-se na análise da tabela que as importações mantiveram-se em patamar elevado até 1994, e crescerem rápido a partir de 1995 até 1997. Os especialistas no setor acreditam que a abertura do mercado interno foi positiva sob o ponto de vista da possibilidade de importação de componentes, mas foi particularmente negativa sob o ponto de vista de que as importações estavam ocorrendo em um momento de retração do mercado interno. Nota-se também que as exportações cresceram em 1991 e 1992 e representaram nesse último ano cerca de 20% da produção local, que em valor absoluto era cerca de 50% a 70% a mais que as

exportações do triênio final da década de 1980. Estas exportações eram ainda basicamente de MF convencionais.

**Tabela 18 - Setor de Máquinas-Ferramenta Brasileiro: Indicadores de Conjuntura - 1989-1997**  
(Números índices: média de 1990 = 100)

Ano	Emprego	Horas trabalhadas	Salários reais	Produção industrial	Vendas reais
1989	117,6	118,9	126,0	118,4	208,5
1990	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1991	78,4	85,5	80,7	87,9	92,9
1992	62,2	67,8	74,3	71,9	95,5
1993	57,8	73,9	71,2	79,6	121,3
1994	60,3	112,7	75,0	116,0	135,4
1995	69,0	137,2	91,7	141,8	150,1
1996	64,6	119,0	84,7	126,5	178,5
1997	59,7	112,3	78,5	121,9	179,4

Fonte: ABIMAQ-SINDIMAQ *apud* Chudnovsky e Erber, 1999, p.632.

O motivo principal da queda de atividades do setor de MF foi a redução da demanda doméstica e o baixo nível de investimentos da economia. O período de ajustamento e reestruturação industrial foi marcado por políticas econômicas restritivas e um ambiente macroeconômico turbulento, os quais provocaram a contração do mercado para produtos domésticos, um aumento de importações e baixas taxas de investimento e crescimento econômico. Na primeira metade da década de 1990, a velocidade do processo de abertura e a recessão desencadearam uma rápida penetração de importações de produtos industriais. A recessão nos dois ou três primeiros anos da década de 1990 elevou o coeficiente de exportação da indústria de transformação através da queda interna da produção industrial e aumento da capacidade ociosa. No setor de MF aconteceu o mesmo, mas houve um aumento do esforço exportador.

Conforme os dados de 19 fabricantes de MF apurados pelo ECIB em setembro de 1993 (CRUZ, 1993), responsáveis por mais da metade do faturamento do setor em 1992, o emprego direto médio na produção industrial por empresas do setor caiu de 359 empregados no período 87/89 para 213 em 1992, enquanto o grau de utilização da capacidade caiu em média de 81% para 51%. Os indicadores econômico/financeiros também se apresentaram desfavoráveis: a margem de lucro média em 1992 tinha caído quase a metade do nível de 87-89, enquanto o grau de endividamento aumentou em cerca de 29%, mostrando que as empresas tornaram-se menores, menos lucrativas, mais endividadas e com maior capacidade

ociosa. O esforço exportador também foi evidenciado pelos dados da pesquisa do ECIB, que apontaram um avanço da participação das exportações sobre o faturamento das empresas entrevistadas de 10% em 1987-89 para 39% em 1992. Este fato representou um aumento de pouco mais de 100% nas exportações das 19 empresas, e parecia indicar maior concentração das exportações do setor entre as maiores empresas. Outras três características chamam a atenção e ajudam a explicar os ajustes produtivos, organizacionais, estratégias competitivas do setor frente aos desafios impostos pelas mudanças institucionais e o novo ambiente competitivo.

**Tabela 19 - Produção, Exportação, Importação e Consumo Aparente de Máquinas-Ferramenta no Brasil – 1986-1997**  
(em US\$ milhões a preços de 1997)

Ano	Produção (P)	Exportação (X)	X/P (%)	Importação (M)	M/C (%)	Consumo aparente (C)
1986	803	38	4,76	81	9,58	845
1987	733	34	4,68	159	18,57	858
1988	738	54	7,32	197	22,35	881
1989	593	39	6,64	216	28,05	770
1990	527	46	8,67	254	34,55	735
1991	411	80	19,55	267	44,64	598
1992	327	74	22,79	192	43,24	444
1993	485	83	17,15	178	30,76	580
1994	506	67	13,32	247	36,02	685
1995	704	123	17,47	446	43,44	1027
1996	535	122	22,81	436	51,36	848
1997	543	104	19,14	484	52,42	923

Fonte: Dados da ABIMAQ, CACEX e DECEX *apud* Chudnovsky; Erber (1999, p.632).

Primeiro, o índice de emprego cai de forma quase ininterrupta entre 1988/89 até 1997<sup>81</sup>, enquanto o índice da produção industrial oscila, pois cai até 1992, volta a crescer partir de 1994/95 e registra-se um pouco maior em 1997 do que o valor da produção registrado em 1989. Já o índice de emprego em 1997 é cerca de metade do registrado em 1989, mesmo com o crescimento do índice de horas trabalhadas a partir de 1994. Estes fatos indicam grande elevação da produtividade do trabalho. Em segundo lugar, a queda do índice de emprego foi maior que o índice dos salários, o que sugere aumento dos salários reais e diminuição de custos das empresas. Em terceiro, e como mostram os dados do trabalho de Moreira (1999), é provável que uma proporção do declínio do valor da produção de MF seja

<sup>81</sup> Informações da Pesquisa Industrial Anual (PIA/Empresa) disponíveis a partir de 1996 mostra que o emprego no setor de MF caiu até o ano de 1998.

atribuível a uma redução dos seus preços. Em verdade, essas tendências fazem parte do mesmo processo de reestruturação produtiva, principalmente os ajustes evidenciados nas empresas líderes, e que contribuiu para o aumento da heterogeneidade já existente no setor.

O aumento de produtividade no setor de MF decorreu da utilização de novas técnicas organizacionais e da adoção de estratégias defensivas que implicaram redução de pessoal. As empresas de MF frente ao novo regime competitivo introduziram mudanças organizacionais visando racionalizar a produção, como mudanças nos processos destinadas a reduzir custos, programas de qualidade e produtividade e novas rotinas ligadas à procedimentos, controles e boas práticas de gestão. As empresas também buscaram realizar mudanças organizacionais como redução dos níveis administrativos e a centralização das atividades de projeto. Os especialistas no setor identificaram a crescente importância da automação microeletrônica no processo de fabricação e desenho, processos *just-in-time*, células de produção e o ligeiro aumento da aquisição de partes e componentes. Especialmente desde a segunda metade da década de 1980, algumas empresas do setor de MF já vinham implementando inovações de produtos e, principalmente, de processo e em nível organizacional, através de licenciamento ou não. (ERBER; VERMULM, 1993).

Já na década de 1990, conforme Chudnovsky e Erber (1999, p.599) as

transformaciones de proceso tendieron a ser introducidas de forma más radical en las líderes del sector, muchas de las cuales cuentan con certificados ISO de la serie 9000. Entre las líderes, las subsidiarias están conectadas a sus matrices por vía electrónica, inclusive para el desarrollo de proyectos de máquinas, mientras que la firma líder nacional, la cual produce máquinas seriadas, concentra su producción en un número menor de líneas, logrando economizar recursos, fabricando sus máquinas en escala internacional.

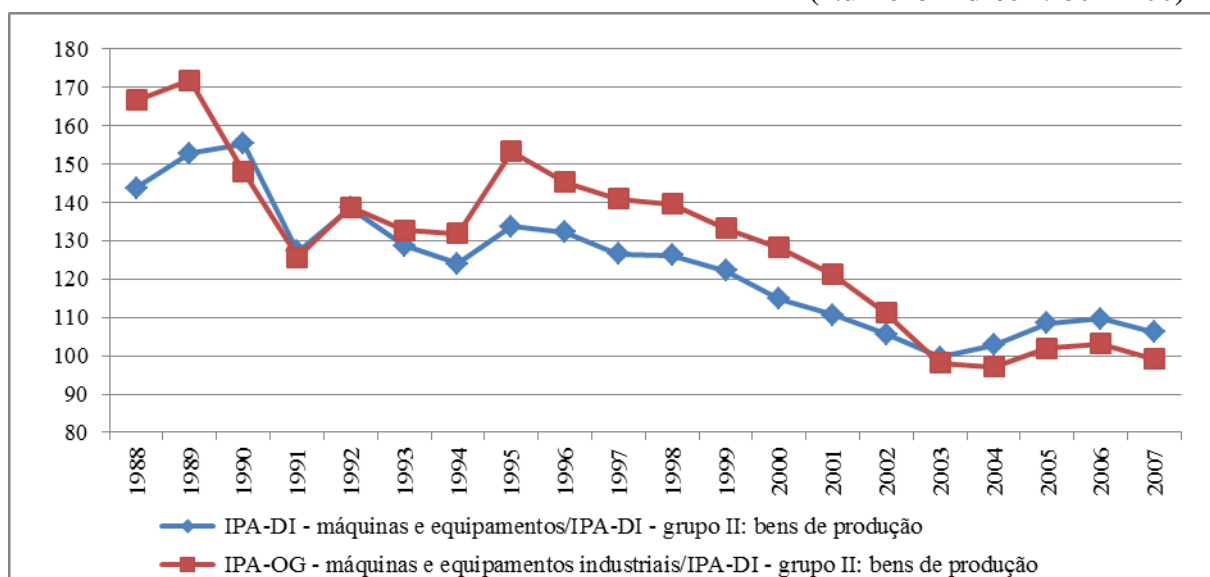
A empresa líder nacional, Romi, segundo Abrantes (1998 *apud* CHUDNOVSKY; ERBER, 1999), faturou por ano entre 1995 e 1997, em média, cerca de 1.300 tornos CNC, o que já representava mais que o dobro da escala mínima internacional. Entre 1990 a 1994 registra-se a tendência de ampliação da participação das MF/CNC produzidas pelo setor de MF, de 10% para 24% do total de máquinas produzidas, enquanto em valor de produção passaram de 45% para 54%.

A Nardini, empresa fundada em 1908, hoje parte do grupo DebMaq do Brasil LTDA, que disputava a liderança na produção de tornos convencionais com a Romi, entrou em dificuldades por um conjunto de motivos. As exportações da Nardini tinham sido muito

afetadas pela crise e retração do mercado mexicano no início dos anos 1980. A Empresa também demorou para entrar no paradigma eletrônico. Problemas no mercado interno até 1997 haviam agravado sua situação, enquanto suas exportações foram direcionadas para os EUA, e entre 1995 e 1996, cerca de metade delas eram de MF/CNC. (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999).

Quanto à diminuição dos preços, o Gráfico 7 mostra os índices de preços de máquinas e equipamentos IPA-OG (oferta global) e IPA-DI (disponibilidade interna) tendo como deflatores a série de preços do grupo de bens do qual são classificados, o IPA-DI bens de produção. Nota-se no gráfico a tendência de queda quase contínua dos preços relativos dos bens de capital do início da década de 1990 até 2003. Com a abertura econômica, o aumento das importações e queda dos investimentos, houve leve queda de preços até 1994. Com o aumento dos investimentos em 1995 e 1996 os preços relativos das máquinas e equipamentos sobem, e posteriormente apresentam significativa diminuição até 2003. Entre 1995 a 2003 enquanto o IPA-DI bens de produção aumenta 272,1%, o IPA-DI e IPA-OG máquinas e equipamentos subiram, respectivamente, 202,8% e 174,1%.

**Gráfico 7 – Índices de Preços Relativos de Máquinas e Equipamentos – 1988-2007**  
(Número índice 1980 = 100)



Fonte: Série da Fundação Getúlio Vargas (antiga metodologia). IPEADATA, 2011.

O declínio de preços resulta aparentemente de três fenômenos combinados: o baixo crescimento da demanda interna, tendo como causa a evolução macroeconômica turbulenta, a diminuição das tarifas e a pressão competitiva das importações, e por causa dos esforços de reorganização da produção. **Em verdade, os ajustes produtivos e a seleção competitiva do**

**mercado com as importações fazem parte do mesmo processo de reestruturação produtiva, em especial os ajustes evidenciados nas empresas líderes, o que contribuiu para o avanço da heterogeneidade já existente no setor.** Informações qualitativas sugerem que o aumento de produtividade, redução de custos, e a ampliação da complexidade e do valor dos produtos oferecidos (melhor relação preço/desempenho) ocorreram de forma mais ampla nas empresas líderes. Várias empresas fecharam ou saíram do mercado, enquanto outras passaram a operar como prestadoras de serviços para outras empresas (que então atuaram como montadoras); ou mesmo fabricantes que começaram a complementar a linha de produtos oferecidos no mercado com MF importadas e outros ainda apenas representantes comerciais. Aparentemente, este processo teria sido mais intenso entre os fabricantes de menor porte de bens seriados, cuja escala não seria econômica devido à excessiva diversificação, e entre fabricantes de bens de nível médio de complexidade, produzidos em série ou por lotes, cujo *mix* preço/desempenho não seria competitivo face às importações (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999; VERMULM, 2003).

É importante salientar que em 1980 o Brasil chegou a ser o décimo produtor mundial de MF, e em 2007 voltou à mesma posição do *ranking*. Em 1980, a produção era voltada para o mercado interno, enquanto as exportações representavam cerca de 17%, destinadas principalmente para os países latino-americanos, especialmente o México e Argentina. Apesar da proteção, durante a década de 1970 as importações apresentavam um comportamento pró-cíclico, chegando a representar 50% do consumo aparente nos anos de grande crescimento econômico.

Já nos anos 1990, a importação de MF cresce em um contexto de baixas taxas de investimento, sem que seja acompanhada por uma recuperação consistente no faturamento das empresas do setor. Resende e Anderson (1999) ressaltam que na década de 1990 as importações do setor de bens de capital mecânicos perderam a característica de serem pró-cíclicas, isto é, crescerem com o aumento do investimento e do crescimento econômico. Especificamente para o setor de MF, esse comportamento das importações pode refletir o processo de reestruturação e investimentos das empresas sob o regime automotivo.

Em uma avaliação do processo de reestruturação industrial realizado pela indústria de bens de capital mecânicos realizada por Vermulm e Erber (2002), os autores afirmam que um dos resultados da reestruturação industrial dos anos 90 foi um expressivo aumento de produtividade do trabalho e redução de custos. “Em síntese, há uma convergência entre várias fontes de dados e diversos indicadores mostrando que a indústria de bens de capital mecânicos realizou um forte processo de reestruturação produtiva, análogo ao que foi feito

pelo resto da indústria brasileira, aumentando sua produtividade e a qualidade dos produtos que oferta” (p.26). Uma pesquisa realizada pela CNI/BNDES/SEBRAE publicada em 2001, “que analisou informações de 67 empresas produtoras de bens de capital mecânicos, entre um universo de 1.158 empresas industriais, o desempenho da indústria mecânica foi superior ao da média de toda a indústria brasileira, confirmando os resultados positivos” (VERMULM, 2003, p.12).

No entanto, a indústria de bens de capital apresenta-se em linhas gerais com as mesmas deficiências competitivas que mostrava no final da década de 1980, tais como escala de produção pequena em termos internacionais, associada a um parque de fornecedores de partes e componentes pouco desenvolvido, excessiva diversificação da gama de produtos fabricados por empresas, limitações de capacidade técnica, baixo nível de automação eletrônica dos processos e insuficiência de gestão de vendas e serviços pós-venda no exterior (VERMULM; ERBER, 2002; AVELLAR, 2008). Pode-se acrescentar nesse rol o insuficiente desenvolvimento tecnológico de produto à baixa competitividade internacional da indústria brasileira de bens de capital, inclusive dos fabricantes nacionais de MF. O câmbio sobrevalorizado favoreceu as importações, resultando em perdas de mercado para a indústria de bens de capital, que passou a trabalhar com capacidade ociosa. Registra-se que, ao mesmo tempo, a instabilidade macroeconômica, as condições de financiamento (para a produção e comercialização dos bens de capital), a carga tributária incidente sobre o investimento, a estrutura tributária “em cascata” e o baixo dinamismo da economia haviam forçado a indústria de bens de capital a demitir e deixar de investir em P&D, com notáveis perdas de capacidades inovativas adquiridas. (FERRAZ; KUPFER; HAGUENAUER, 1996; ALEM; PESSOA, 2005). Portanto, a década de 1990 não foi nada fácil para indústria de bens de capital mecânicos.

Com a desvalorização cambial a partir de 1999 e o do *drive* exportador no início dos anos 2000, a indústria brasileira foi ocupando a ociosidade e os investimentos se recuperam de forma mais firme de 2003 em diante. **Os preços das máquinas e equipamentos tenderam a apresentar alguma alta, de forma inexpressiva, por um lado, devido o impacto do câmbio sobre itens (metais, componentes) importados na estrutura de custos das empresas, e de outro devido à volta dos investimentos com a melhora das expectativas empresariais.** No Brasil, as expectativas têm claramente um papel muito mais importante para o investimento do que apenas seu preço relativo. Apenas a partir de 2005, começaram a vigorar melhores condições tributárias, o começo da trajetória de diminuição da taxa de juros dos financiamentos do BNDES e incentivos a P&D – ademais incentivos não



estendidos às empresas que já investiam em P&D - com a implementação da PITCE, apesar da trajetória de revalorização do Real até 2010. A trajetória do preço do aço após 2003 também foi desfavorável à indústria brasileira de bens de capital.

A Tabela 20 mostra alguns indicadores de desempenho do setor de MF no período de 2002 a 2007. Esses dados, como os anteriores, representam informações de cerca de 88 empresas fabricantes associadas à ABIMAQ. Nota-se a partir da tabela que já em 2003 o setor aumenta o nível de utilização da capacidade instalada para 78%, cerca de 6,5% superior ao nível de utilização do ano de 2002, e mantém-se em média acima de 80% entre 2004 e 2007.

Entre 2002 e 2007, enquanto o faturamento real se elevou em cerca de 40% e o consumo aparente em 31%, as exportações caíram em termos absolutos (31%) e em termos relativos ao faturamento, assim como as importações diminuem em relação ao consumo aparente. Como bem observado por Bertasso (2009, p.30), “isso quer dizer que a indústria nacional se utilizou proporcionalmente mais das máquinas produzidas localmente, e também que o segmento poderia explorar melhor o ‘resto do mundo’ para obter escala de produção – observações compatíveis com os investimentos em curso no segmento”. De fato, as importações sobre o consumo aparente registram queda de, aproximadamente, 55% em 2002, para 44% nos anos de 2006 e 2007.

**Tabela 20 - Desempenho Interno e Externo do Setor de Máquinas Ferramentas – 2002-2007**  
(R\$ milhões de janeiro de 2008)

Período	Utilização da capacidade instalada	Faturamento	Exportação	Importação	Consumo Aparente
2002	73,80	1.623	426	1.508	2.706
2003	78,77	1.853	510	1.338	2.681
2004	80,29	2.398	612	1.384	3.170
2005	80,60	2.164	572	1.545	3.137
2006	79,11	2.129	342	1.381	3.168
2007	81,09	2.247	291	1.590	3.546
<b>Δ 2002-2007 (%)</b>	<b>9,9</b>	<b>38,4</b>	<b>-31,6</b>	<b>5,4</b>	<b>31,0</b>

Fonte: DEE-ABIMAQ. Elaboração NEIT/UNICAMP *apud* Bertasso, 2009.

Há dois movimentos registrados na tabela. Com a desvalorização do Real, as exportações crescem de forma absoluta, enquanto em termos relativos ao faturamento oscilam entre 25 e 27% entre 2002 e 2005. Entre 2004 a 2008 ocorre a revalorização da moeda nacional e a aceleração dos investimentos, enquanto as exportações passam a registrar cerca de 16% do faturamento em 2006 e 13% em 2007. Informações sobre as exportações em

dólares correntes, no entanto, mostram que elas cresceram até 2005, e caem em 2006 e 2007, possivelmente, devido a forte sobrevalorização cambial conjuntamente o aumento da absorção doméstica. **O índice de utilização da capacidade mostra que havia reserva de capacidade para a manutenção das exportações, o que indica de fato alguma ociosidade estrutural no segmento.** Outra explicação é que, como o faturamento cresceu e passa a responder a uma parte crescente da absorção interna de MF, **há indicação de que a valorização cambial e a maior pressão competitiva dos produtos importados exerceram novamente um efeito para diminuição de preços das MF, enquanto os fabricantes transferiram para o mercado interno, a esses melhores preços, a capacidade não exportada.**

Com a abertura econômica e o novo ambiente competitivo, juntamente à turbulência macroeconômica, juros elevados e taxa de câmbio sobrevalorizada, a heterogeneidade competitiva e tecnológica no setor de MF tendeu a aumentar. A informação qualitativa disponível sugere que **o aumento de produtividade, redução de custos, e a ampliação da complexidade e do valor dos produtos oferecidos (melhor relação preço/desempenho) ocorreu de forma mais pronunciada nas empresas líderes.** A análise desenvolvida no capítulo seguinte buscará explicar porque a heterogeneidade competitiva entre as empresas do setor têm como causa básica a heterogeneidade tecnológica, heterogeneidade que será caracterizada a partir dos distintos esforços e aprendizados tecnológicos para a introdução de inovações entre os fabricantes de MF.

Como também será destacado, há um “*path dependence*” no setor de MF, o que aponta a importância da história. A evolução da tecnologia, empresas e das instituições ao configurar a trajetória do setor como um processo histórico implica diferentes graus de “*path dependence*” e irreversibilidades. As condições e eventos iniciais e subsequentes ao longo do processo histórico de aprendizados produtivos e tecnológicos das empresas do setor, como a mudança na tecnologia, nas instituições, no ambiente competitivo e macroeconômico, são os primeiros candidatos a explicar, juntamente aos esforços das empresas, as dificuldades e a trajetória competitiva e tecnológica do setor de MF no Brasil.

## 6.2 Competitividade, Comércio Exterior e Especialização do Setor de Máquinas-Ferramenta após a Abertura

Em um estudo recente de economistas do BNDES, Santos, Carvalho, Machado e Piccinini (2007) sugerem que a competitividade internacional da indústria de MF é muito

baixa devido ao perfil pouco exportador e à alta participação das importações no mercado doméstico de MF. Conforme os autores (p.89):

Do ponto de vista da geração de divisas, a indústria de máquinas-ferramenta tem uma posição cronicamente deficitária, com um déficit comercial de US\$ 393,1 milhões, em 2005, e de US\$ 469,8 milhões, em 2006. Essa posição contrasta com a situação do setor de bens de capital mecânicos como um todo, cuja posição é bem mais confortável. Em 2005, gerou um superávit de US\$ 97,3 milhões, revertendo em 2006 para um déficit de US\$ 188,5 milhões. Assim, o perfil da indústria de máquinas-ferramenta difere do perfil do setor de bens de capital mecânicos do ponto de vista da geração de superávits comerciais.

Embora os dois segmentos tenham em comum um perfil pouco exportador, indicado pela baixa participação das exportações no faturamento, as importações são muito mais importantes no mercado doméstico de máquinas-ferramenta, dominando quase a metade do total.

Esse fato sugere que a **competitividade internacional da indústria de máquinas-ferramenta é muito baixa** por causa da sobrevalorização cambial do país – que afeta o desempenho de todos os setores, embora permita a redução de custos nas importações de componentes – e também por inadequações internas à própria indústria. Essas inadequações seriam reflexos de ineficiências geradas por fatores diversos, como a carga tributária elevada ou o baixo grau de desenvolvimento tecnológico. Nesse caso, a indústria de máquinas-ferramenta pode requerer um processo de modernização tecnológica com vistas a aumentar a eficiência de sua cadeia produtiva como um todo.

Essa conclusão necessita ser mais aprofundada, pois, do ponto de vista da distribuição regional do intercâmbio comercial, a indústria não só importa, como também exporta para países tecnologicamente mais avançados. (grifo dos autores).

De fato, apenas com a informação agregada do desempenho das exportações e importações, não é possível tirar uma conclusão a respeito da competitividade interna e externa do setor de MF.

A análise anterior buscou destacar que para o setor de MF, assim como para o setor de bens de capital em seu conjunto, a abertura comercial dos anos 1990 representou um período de ajuste e adaptação estruturais e organizacionais às novas condições de mercado. O setor de MF é representativo deste cenário de abertura de mercado pouco planejada e de um ambiente macroeconômico turbulento, com taxa de câmbio sobrevalorizada e taxas de juros

reais elevadas, genuinamente irmãs. Apenas a partir de 2000 as incertezas começaram a dissipar, e os investimentos das empresas nacionais deram sinais de melhora.

A heterogeneidade competitiva no setor de MF aumentou na década de 1980 e 1990. O grupo de empresas mais afetado pela liberalização comercial foi o de fabricantes mais frágeis; outros, com estratégias tecnológicas imitativas, deixaram a indústria ou viraram fornecedores, representantes, etc., por várias causas: o baixo crescimento econômico e nível insuficiente de investimentos na década de 1990; entraram tardiamente no paradigma eletrônico; alta diversificação produtiva e/ou porque possuíam baixas escalas para produção e por problemas financeiros. Estas empresas tinham menores capacidades acumuladas de P&D, e, quando produziam produtos mais sofisticados, faziam apenas a partir de licenciamento. Algumas dessas empresas buscaram realizar inovações de processos e mudanças organizacionais visando diminuir custos, infelizmente insuficientes frente à competição com as importações e o novo regime de concorrência. Erber e Vermulm (1993) e Vermulm (1996) caracterizavam as estratégias competitivas dessas empresas como de “caudatária” e/ou “sobrevivência passiva”.

A trajetória competitiva no setor de MF na década de 1980 e 1990 foi em direção à concentração e consolidação tecnológica das companhias líderes, estrangeiras e nacionais. Essas empresas têm capacidades adquiridas em P&D, investem constantemente em inovação, enquanto a líder nacional desenvolveu seu próprio CNC. Apenas nos anos 2000 os faturamentos desses fabricantes cresceram e passaram a atender a uma maior proporção do mercado interno. As informações disponíveis indicam que as empresas líderes atenderam a maior parte do mercado interno e quase a totalidade das exportações. Para essas companhias, a combinação de investimento em P&D, licenciamento e desenvolvimento próprio de tecnologia revela constituir estratégia tecnológica consistente de crescimento em longo prazo. Essa seria a estratégia competitiva das empresas classificadas como “líderes” por Erber e Vermulm (1993) e Vermulm (1996).

Vimos anteriormente que a configuração do setor de MF em nível internacional é o comércio intraindustrial. É difícil atribuir de fato ao comércio exterior deficitário do setor de MF sua baixa competitividade internacional. A heterogeneidade entre os tipos de produtos fabricados mesmo em um pequeno segmento do setor de bens de capital mecânicos como o setor de MF não autoriza um tratamento conjunto dos produtos. É no mínimo prudente estudar o comércio internacional do setor com mais detalhe, e buscar explicar, a partir de informações complementares, a especialização e importância de cada grupo de empresa no mercado. Nestes termos, analisar-se-á o comércio exterior de MF a partir da posição ou grupos de

produtos tendo como base os códigos e classificação de MF segundo o Sistema Harmonizado da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM).

As Tabelas 21 e 23 mostram respectivamente as exportações e importações de MF em valor e em proporções do valor total de acordo com o número da posição de produtos da NCM. Nota-se, comparando as duas tabelas, que todas as posições de MF apresentaram importações líquidas entre a média dos anos desde o início da década de 1990 até 2005/2006.

**Tabela 21 - Exportações de Máquinas-Ferramenta no Brasil – 1989-2006 – Médias Anuais** (em US\$ milhões correntes e em %)

<b>Período/ Posição do Produto</b>	<b>1989/ 1990<sup>2</sup></b>	<b>1992/ 1993</b>	<b>1995/ 1996</b>	<b>1997/ 1998</b>	<b>1999/ 2000</b>	<b>2001/ 2002</b>	<b>2003/ 2004</b>	<b>2005/ 2006</b>
8456	815	1.143	329	205	684	755	1.066	1.099
8457	2.379	3.976	9.933	16.033	17.217	22.870	48.921	41.184
8458	28.236	13.534	33.782	26.966	19.251	14.259	14.963	22.482
8459	1.274	3.562	5.432	3.368	2.742	5.518	1.270	3.183
8460	2.330	3.970	4.159	3.610	3.085	1.713	2.150	4.823
8461	1.060	3.149	1.514	1.740	536	333	1.698	2.054
8462	5.371	38.053	63.910	42.295	55.330	46.778	64.812	79.678
8463	725	2.682	2.217	3.638	3.118	1.718	1.635	5.447
<b>Total</b>	<b>42.187</b>	<b>70.066</b>	<b>121.274</b>	<b>97.853</b>	<b>101.961</b>	<b>93.943</b>	<b>136.513</b>	<b>159.947</b>
8456	1,95	1,60	0,28	0,21	0,64	0,82	0,82	0,70
8457	5,87	5,70	8,22	16,92	16,30	26,01	35,61	27,05
8458	65,57	19,32	27,73	27,56	19,19	14,78	11,04	14,53
8459	3,77	4,99	4,44	3,40	2,75	6,32	1,01	2,20
8460	5,41	5,61	3,45	3,64	3,14	1,80	1,54	2,98
8461	2,5	4,37	1,28	1,81	0,57	0,37	1,15	1,32
8462	13,23	54,56	52,78	42,67	54,25	48,08	47,67	47,62
8463	1,68	3,85	1,82	3,77	3,15	1,82	1,16	3,60
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: DATAINTAL, Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2012.

Notas: 1.Posição: (8456: Máquinas-ferramenta que trabalham mediante laser; por eletroerosão, etc.; 8457: Centros de usinagem; 8458: Tornos convencionais e a CNC; 8459: Máquinas fresadoras e mandrilhadora; 8460: Máquinas retificadoras, brunidoras, afiadoras, etc.; 8461: Máquinas ferramenta para aplinar, plainas-limadoras e outras por arranque de metal; 8462: Prensas; 8463: Outras máquinas ferramenta que operam por deformação. 2.Retirado de Chudnovsky; Erber (1999), e refere-se ao valor das exportações em US\$ constantes de 1997.

Entretanto, a Tabela 21 registra algumas modificações substanciais na estrutura das exportações brasileiras de MF durante esse período. Em 1989/1990 cerca de dois terços das exportações consistiam de tornos, a maioria convencionais (posição 8458). A partir de 1992/1993 as exportações de MF por deformação (8462) cresceram fortemente em relação ao biênio 1989/1990, passando a representar, em média, cerca de 50% das MF nos biênios

médios seguintes. Registra-se também o aumento das exportações de centros de usinagem (48.57), quando chegaram a representar em valor US\$ 48.921 milhões em média entre 2003/2004, ou cerca de 35% do total exportado.

As exportações de tornos a CNC ultrapassa as de tornos convencionais em 1994, e já em 1995/1996 esses produtos representam cerca de 68% da categoria (84.58) e, entre 2002 a 2006, cerca de 83%. As exportações se concentram, portanto, em três grupos de produtos: prensas, centros de usinagem e tornos a CNC. As exportações de MF fresadoras e mandrilhadoras oscilam no período, mas se destacam entre alguns anos, como em 2001/2002, que representaram 6,3% das exportações totais.

A composição das exportações brasileiras de MF, segundo os principais destinos e por número de posição de produto entre 2002 a 2006 é mostrada na Tabela 22. As exportações brasileiras se destinaram para a Europa, 44,7%, principalmente para a Alemanha, 25,9%, país de origem das empresas que têm filiais no Brasil. Os EUA respondem por 19%, a América Latina, 18% (principalmente o México, 10,5%, e Argentina, 3,7%), enquanto para a China as exportações corresponderam a 9,9%. As exportações para a Alemanha estão concentradas em centros de usinagem, tornos a CNC e outras MF por deformação (84.63), enquanto para os EUA se concentram em tornos a CNC, prensas e MF retificadoras, etc. (84.60) e centros de usinagem.

**Tabela 22 - Composição das Exportações Brasileiras de Máquinas-Ferramenta segundo os Principais Destinos, e por Número de Posição de Produto – média dos anos 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 (em %)**

País/ Posição de produtos <sup>1</sup>	Alemanha	EUA	México	China	Argentina	Mercosul	América Latina	Europa
84.56	4,08	6,03	8,33	4,85	15,64	18,00	38,06	30,87
84.57	52,13	14,84	22,32	3,10	2,28	2,65	25,77	55,23
84.58	23,73	33,19	3,05	0,26	11,06	12,30	21,77	40,40
84.59	7,75	4,08	37,21	4,82	7,93	10,76	55,52	25,70
84.60	1,76	22,50	6,69	11,31	10,57	12,93	35,72	24,42
84.61	5,06	5,12	7,23	9,31	12,88	14,50	32,41	38,94
84.62	11,68	19,67	3,61	17,19	1,67	2,04	8,70	41,83
84.63	23,84	9,40	4,96	15,91	5,43	5,75	23,99	28,07
<b>Total</b>	<b>25,91</b>	<b>18,94</b>	<b>10,59</b>	<b>9,91</b>	<b>3,72</b>	<b>4,34</b>	<b>18,48</b>	<b>44,68</b>
8466 <sup>2</sup>	10,29	28,84	18,85	3,13	6,88	7,72	32,58	26,27

Fonte: DATAINTAL, Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2012.

Notas: 1. Vide nota da tabela 3.21; 2. Posição 8466: Partes, peças e componentes para MF de todos os tipos.

A tabela registra que a composição das exportações para Europa e América Latina é menos concentrada, o que mostra a diversificação dos mercados atendidos pelas empresas “líderes” (nacionais e estrangeiras) do setor de MF nos últimos anos, tendência já identificada por Chudnovsky e Erber (1999). Registra-se também que as exportações de MF para a Argentina caíram de uma média de cerca de 16% entre 1994 a 1996 (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999, p.634) para 3,7% entre 2002 a 2006, conforme a tabela. Aos países da América Latina, da Europa e EUA destinam-se todos os tipos de MF exportadas, o que demonstra a importância desses mercados para o país.

A Tabela 23 registra que a estrutura das importações de MF também sofreu modificações, homologa as modificações na estrutura das exportações, mas pode-se observar que as importações sempre foram menos concentradas que as exportações, o que reflete, entre outras características, o grau de desenvolvimento da oferta nacional. Embora as importações de todos os grupos de produtos apresentem aumento em valor, os que mais se destacam entre a proporção do total são os grupos: as prensas, os centros de usinagem (que dobram sua importância na pauta entre 1989/1990 e 2005/2006), os tornos CNC e MF retificadoras e brunidoras (84.60).

Na década de 1990, tal estrutura podia refletir os investimentos dos setores contemplados no regime automotivo, principalmente a indústria automobilística. De fato, como registra a tabela, o auge das importações de centros de usinagem ocorreu em 1999/2000, e prensas em 1997/1998<sup>82</sup>. Há indicações de que o crescimento da cadeia produtiva aeronáutica aumentou a procura de MF.

A composição média das importações brasileiras de MF, segundo os principais países de origem e por número de posição de produto entre 2002 a 2006 é mostrada na Tabela 24. As importações brasileiras têm como origem principalmente os países desenvolvidos, notadamente a Alemanha, 24,6%, Japão, 16,5%, Itália, 14,5%, EUA, 9,0%, Suíça, 7,9% e Espanha 4,3%. O predomínio das importações de países avançados pode refletir a composição do complexo automotivo brasileiro, dominado pelas empresas desses países.

---

<sup>82</sup> “Cabe destacar que durante la corriente década una parte substancial de las importaciones de las partidas 84.57, 84.58 y especialmente, de la partida 84.62 fueron realizadas bajo el régimen de exenciones arancelarias. En esta última partida, más de la mitad del valor importado fue beneficiado por las exenciones, llegando a alcanzar cerca del 80% del valor total en 1993”. (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999, p.605).

**Tabela 23 – Importações de Máquinas-Ferramenta no Brasil – 1989-2006 – Médias Anuais**  
(em US\$ milhões correntes e em %)

Período/ Posição do Produto <sup>1</sup>	1989/ 1990 <sup>2</sup>	1992/ 1993	1995/ 1996	1997/ 1998	1999/ 2000	2001/ 2002	2003/ 2004	2005/ 2006
8456	12.652	7.220	18.295	27.768	38.030	33.892	37.701	53.631
8457	19.919	16.524	83.357	59.657	120.925	46.603	61.083	91.426
8458	34.935	22.477	60.752	54.004	47.273	35.555	42.816	75.641
8459	47.410	16.192	32.788	41.923	30.047	29.469	20.581	44.693
8460	39.603	27.769	72.223	48.783	54.943	45.687	33.425	57.554
8461	21.694	10.137	46.850	34.767	15.525	28.204	26.941	27.960
8462	47.304	55.935	130.579	183.026	114.911	115.370	64.331	146.376
8463	11.653	11.562	30.895	32.414	27.152	18.356	14.075	25.201
<b>Total</b>	<b>235.170</b>	<b>167.814</b>	<b>475.737</b>	<b>482.339</b>	<b>448.805</b>	<b>353.135</b>	<b>300.952</b>	<b>522.480</b>
8456	5,38	4,30	4,01	5,76	9,89	9,23	12,40	10,27
8457	8,47	9,85	17,18	12,37	24,01	13,26	20,29	17,50
8458	14,85	13,38	12,75	11,19	11,25	10,09	14,25	14,47
8459	20,16	9,64	6,95	8,69	6,81	8,28	6,86	8,55
8460	16,84	16,58	15,48	10,12	12,19	13,27	11,25	11,02
8461	9,22	6,04	9,64	7,21	3,84	8,16	8,90	5,35
8462	20,11	33,33	27,36	37,94	25,46	32,53	21,44	28,01
8463	4,95	6,88	6,65	6,73	6,55	5,18	4,62	4,82
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: DATAINTAL, Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2012.

Notas: 1. Vide nota da tabela 3.21.

2. Retirado de Chudnovsky; Erber (1999). Refere-se ao valor das importações em US\$ constantes de 1997.

As importações com origem do Japão estão concentradas em centros de usinagem e tornos a CNC, enquanto as da Itália em MF retificadoras e que trabalham por deformação, assim como as que têm origem da Espanha. As importações de MF provenientes dos EUA são mais desconcentradas, assim como as da Alemanha. As de Taiwan e da China cresceram bastante entre 2002 a 2006, representando ambas 11% do total. As companhias fabricantes de MF desses países produzem máquinas tipo *commodities* a preços bem reduzidos. As importações provenientes desses países nos últimos anos teve o efeito de contribuir para a redução do preço médio (US\$/kg) das importações brasileiras de MF. Entre as principais empresas japonesas no mercado brasileiro que se abastecem de importações encontra-se a Mazak, Mori Seiki, Okuma e Takamaz. Além dessas, encontram-se MF de revenda, como a coreana Doosan, a norte-americana Haas, e inúmeras marcas italianas. Cabe lembrar que o setor é internacionalizado, com vários *players* com plantas produtivas espalhadas pelo mundo,



principalmente as companhias de países desenvolvidos. Por exemplo: pode haver uma companhia japonesa exportando para o Brasil a partir dos EUA ou da Europa, ou companhias norte-americanas disputando mercado na Alemanha. Alianças estratégicas entre fabricantes visando compartilhamento de mercados e licenciamento que permitam especializações recíprocas também são práticas no segmento de MF<sup>83</sup>.

**Tabela 24 - Composição das Importações Brasileiras de Máquinas-Ferramenta segundo os Principais Destinos, e por Número de Posição de Produto - média dos anos 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 (em %)**

País/ Posição de produtos	Alemanha	Japão	Itália	EUA	Suíça	Taiwan	Espanha	China
84.56	21,10	12,82	6,94	6,19	41,95	1,45	1,05	3,92
84.57	21,37	35,21	6,29	7,48	4,08	13,43	2,56	1,62
84.58	24,76	32,88	4,18	7,97	1,14	3,76	1,16	5,71
84.59	19,78	13,55	9,24	4,53	1,10	27,84	5,74	11,66
84.60	39,44	10,29	16,36	12,86	4,17	1,35	1,90	2,06
84.61	51,08	7,02	16,10	10,35	4,44	2,48	1,12	0,70
84.62	16,38	5,42	26,82	11,40	5,38	4,69	8,44	2,35
84.63	22,17	2,98	23,62	6,59	6,16	12,42	12,57	4,56
<b>Total</b>	<b>24,60</b>	<b>16,48</b>	<b>14,45</b>	<b>9,00</b>	<b>7,89</b>	<b>7,44</b>	<b>4,32</b>	<b>3,54</b>
84.66	37,70	10,51	10,58	15,48	4,03	0,94	0,81	2,03

Fonte: DATAINTAL, Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2012.

Nota: 1. Vide nota da tabela 3.21. 2. Posição 8466: Partes, peças e componentes para MF de todos os tipos.

Nota-se também, a partir da tabela, que a diversidade da composição das importações de MF alemãs, por exemplo, reflete a divisão do trabalho que existe entre filiais no Brasil e as matrizes, tanto as que trabalham sob encomenda e produzem produtos complexos, quanto as companhias que fabricam MF seriadas. A divisão de trabalho de produtos sob encomenda pode ser de acordo com o tipo de produto, ou produção conjunta entre a filial e outra empresa do grupo, mas normalmente a primeira fica com a parte mais simples. É importante essas empresas estarem próximas de seus clientes, principalmente a indústria automobilística. A

<sup>83</sup> “The increasing attractiveness of the Latin American market has also brought a flurry of representatives of foreign machine tools and importing joint ventures. Chinese and Taiwanese machine tools are sold by local representatives handling a range of brands from those countries. Large European and Japanese makes are represented by brand in Argentina, Brazil and Mexico but in other countries a single representative handles a number of brands from several countries. A couple of Brazilian manufacturers have entered import-export partnerships whereby the foreign partner handles their sales abroad while they handle the local distribution in Brazil, an arrangement that works well in the presence of a complementary product range”. (ALCORTA, 2000, p.1667).

integração das atividades de projeto e fabricação via internet facilita estes tipos de divisão de trabalho. Nos produtos seriados, a divisão de trabalho entre filial e matriz é mais centrada em nichos de mercado, mas geralmente os desenvolvimentos e nacionalização de produto das filiais brasileiras viram produtos globais das companhias, que passam a ser exportados a partir do Brasil, com ou sem CNC. (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999).

Quanto às exportações e importações de peças, partes e componentes para MF, conforme a Tabela 25, de fato percebe-se o aumento das importações e a manutenção do valor exportado na década de 1990 até 2006, e a consequente diminuição na relação X/M. Na verdade, as exportações representavam cerca de 15% das importações antes da abertura, chegando a apresentar 65,6% em 1993, para cair constantemente para 18,4% em 2006.

Entretanto as importações de peças e componentes são importantes, pois são complementares à produção doméstica. Grosso modo, essas importações oscilam de 10% a 20% do valor da produção, dependendo da oscilação da taxa do investimento e aumento da produção do setor. A maior parte dessas importações constitui-se de componentes que provêm dos países desenvolvidos, conforme tabela 24.

**Tabela 25 – Exportações e Importações de Peças, Partes e Componentes para Máquinas-Ferramenta<sup>1</sup> – 1992-2006** (em US\$ milhões correntes e %)

Período	1992	1993	1995	1996	1997	1998	1999
X	23.862	25.389	27.178	24.061	30.019	22.794	19.719
M	39.985	38.657	67.993	66.283	85.638	84.919	76.408
X/M	59,68	65,68	39,97	36,30	35,05	26,84	25,81
Período	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
X	20.739	14.851	15.067	16.428	18.759	28.866	21.471
M	91.322	92.122	73.427	79.701	96.882	120.423	116.632
X/M	22,71	16,12	20,52	20,61	19,36	23,97	18,41

Fonte: DATAINTAL, Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2012.

Nota 1: Posição 8466: Partes, peças e componentes para MF de todos os tipos.

O indicador da relação entre o valor/peso (US\$/kg) das importações e exportações é mostrado na Tabela 5.9, como “instrumento de comparação do conteúdo tecnológico”, proposto por Vidossich (1974, p.54)<sup>84</sup>. Como um indicador razoável de complexidade da MF, tem sido sempre encontrada uma relação em que o valor unitário das importações (VUM) é maior que o valor unitário das exportações (VUX), apontando sempre um indicador maior que um, conforme a tabela para o ano de 1993. Para esse ano, tal relação VUM/VUX foi de cerca

<sup>84</sup> Ver também Resende e Anderson (1999).

de 3,4, o que significa que o VUM foi 3,4 vezes maior que o VUX em 1993. Em 1971, tal índice foi de cerca de 2,8 e entre 1986/1988, 3,5. Tendo em conta que tal indicador é “tanto menos adequado quanto maior é o grau de agregação da categoria de bens examinados”, pois são fabricados em economias onde “são distintos os preços dos fatores de produção e dos insumos essenciais” (p.54), e que tal indicador tende a subestimar as diferenças entre as importações e a produção local (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999), seguem algumas considerações.

A tabela mostra que o indicador VUM/VUX diminuiu constantemente entre 1993 a 2006, o que sugere que pode ter havido uma diminuição do hiato tecnológico entre a demanda e a oferta de MF produzidas no Brasil. A tabela indica que para todas as categorias de MF ocorreu queda substancial do indicador, especialmente nas posições de produto 84.57, 84.58, 85.59 e 84.62, que é condizente com o processo de consolidação tecnológica das empresas líderes discutido. Essa afirmação merece maior explicação.

Em primeiro lugar, com a abertura econômica e o novo ambiente competitivo, juntamente à turbulência macroeconômica, juros elevados e câmbio sobrevalorizado, a heterogeneidade competitiva e tecnológica no setor de MF tendeu a aumentar. Conforme a análise qualitativa revelou, as empresas líderes estrangeiras e nacionais conseguiram aumentar a produtividade, reduzir custos, a ampliar a complexidade e o valor dos produtos oferecidos (melhor relação preço/desempenho).

**Tabela 26 – Indicador da Relação entre Valor/Peso (US\$/kg) das Importações (VUM) e das Exportações (VUX) de Máquinas-Ferramenta no Brasil – 1993, 1996, 1998, 2000, 2002, 2004 e 2006**

	1993	1996	1998	2000	2002	2004	2006
	VUM/VUX	VUM/VUX	VUM/VUX	VUM/VUX	VUM/VUX	VUM/VUX	VUM/VUX
8456	2,35	3,54	0,70	2,94	2,93	2,59	2,28
8457	7,33	1,36	0,51	0,74	0,65	0,59	0,65
8458	3,53	2,24	1,31	1,61	1,46	1,19	0,67
8459	2,54	2,83	1,91	1,07	0,29	0,58	0,31
8460	3,57	2,75	1,22	1,69	1,90	1,26	1,36
8461	2,24	5,51	1,99	3,89	1,76	5,61	1,52
8462	3,27	1,80	1,78	1,83	2,23	1,72	1,06
8463	1,15	1,33	0,90	0,63	0,70	1,12	0,58
<b>Total</b>	<b>3,42</b>	<b>2,38</b>	<b>1,35</b>	<b>1,92</b>	<b>1,36</b>	<b>1,50</b>	<b>0,85</b>

Fonte: DATAINTAL, Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2012.

Em segundo lugar, a queda das barreiras tarifárias e não tarifárias também contribuiu para a substancial queda do VUM de MF, assim como a utilização crescente das próprias MF/CNC pelos fabricantes das nações desenvolvidas, principalmente do Japão, Alemanha, Itália, EUA, Suíça, que promoveram um forte aumento das economias de escala e escopo dos fabricantes desses países. Ademais, o setor de MF desses países apresentou forte dinamismo tecnológico derivados do aumento dos investimentos em P&D e do desenvolvimento tecnológico gerado a partir de interações e cooperação constante entre produtor-usuários em seus países.

Em terceiro, deve-se destacar o grande aumento do VUX dos centros de usinagem entre 1993 a 1996, e em menor medida, o VUX dos tornos CNC entre 2002 a 2006, que foi o fator que contribuiu para diminuição do VUM/VUX dessas categorias de produtos (84.57 e 84.58) nos períodos considerados.

Em quarto lugar, as importações provenientes de Taiwan e China foram crescentes nos últimos anos, principalmente os centros de usinagem, tornos CNC e mandrilhadoras, o que contribuiu para a redução do preço médio (US\$/kg) das importações brasileiras de MF desses produtos. Pode-se dizer, por outro lado, que a concorrência das MF dos dois países asiáticos tem o efeito de diminuição dos preços internacionais de MF seriadas do tipo *commodities*.

Em quinto lugar, embora o indicador VUM/VUX não seja um bom indicador da pauta de exportação brasileira, conforme destaca Vermulm (2003, p.13), “ele oferece uma indicação de que a produção e a exportação do Brasil se compõem de produtos de relativamente baixo valor agregado. Produtos mais sofisticados exigiriam uma escala de mercado que a região não dispõe, além de requererem maior capacitação tecnológica para o desenvolvimento e para a produção”. Adiciona-se também a observação de Dosi (1988) de que a difusão de um paradigma leva a quedas substanciais de preços.

Portanto, o grupo mais afetado pela liberalização comercial foi o de fabricantes nacionais do segmento de tornos e centros de usinagem seriadas ou produzidas em lotes, constituído por empresas mais frágeis e outras com estratégias tecnológicas seguidoras, em decorrência do baixo crescimento econômico e nível insuficiente de investimentos na década de 1990. Isso ocorre porque estas empresas entraram tardiamente no paradigma eletrônico, trabalhavam com excessiva diversificação produtiva (com reflexos para dispersão dos esforços de P&D e baixas escalas para produção de MF seriadas), e por causa de problemas financeiros. Estas empresas tinham menores capacidades acumuladas de P&D, e produziam produtos mais sofisticados a partir de licenciamento. Algumas dessas empresas buscaram

realizar inovações de processos e mudanças organizacionais visando diminuir custos, infelizmente insuficientes frente à competição com as importações e ao novo regime de concorrência. As que continuaram e cresceram como fabricantes líderes de MF/CNC seriadas o fizeram com respaldo das capacidades tecnológicas adquiridas e estratégias competitivas e tecnológicas mais agressivas frente à mudança na demanda, a concorrência com as importações e às exigências tecnológicas para acompanhar a determinação técnica imposta pelo desenvolvimento da trajetória do setor. Portanto, a informação qualitativa disponível sugere que o aumento de produtividade, redução de custos, e a ampliação da complexidade e do valor dos produtos oferecidos (melhor relação preço/desempenho) ocorreram de forma mais intensa nas empresas líderes. Mesmo assim, continuou havendo uma diferença de segmentos de mercados atendidos pelas empresas multinacionais e empresas líderes nacionais. Os fabricantes de MF estrangeiros focam na produção de máquinas de estação múltipla e centros de usinagem para as corporações multinacionais, enquanto as companhias locais produzem tornos CNC e centros de torneamento e de usinagem para empresas locais.

Nestes termos, pode-se concluir que o setor de MF brasileiro é competitivo no segmento de MF seriadas ou sob encomenda, especialmente nas categorias 84.57 e 84.58, e MF por deformação (84.62).

O novo regime competitivo com a abertura econômica tem favorecido usuários de MF, pois diante da diversidade de tipos de máquinas no mercado mundial e um melhor fluxo de informações entre preço/qualidade/desempenho e possibilidades de importações, há um aumento do grau de liberdade para escolha do equipamento. A difusão de MF/CNC não é apenas entre os usuários, mas também entre os fabricantes, e os possíveis efeitos cumulativos que podem surgir nesse processo de interação entre produtor-usuário são importantes (ALCORTA, 2000).

### 6.3 Especialização Produtiva e Estratégias Competitivas

A configuração e as características “adquiridas” das empresas quanto ao padrão de concorrência, capacidades tecnológicas e especialização de mercado entre as empresas nacionais e estrangeiras - enquanto características históricas no processo de mudanças após 1990 – são elementos importantes da análise.

A especialização e a estrutura patrimonial entre os produtores do setor de MF em meados da década de 1990 apresentava-se como basicamente a mesma das duas décadas anteriores. Não há motivos para modificação da especialização, estrutura patrimonial e nível

de capacitação tecnológica e produtiva entre as empresas do setor de MF nos anos 2000. Aqui, cabe uma observação: o crescimento econômico nos últimos anos parece atrair algumas empresas estrangeiras a realizar investimentos no Brasil. (AVELLAR, 2008).

A análise desenvolvida nesta seção busca mostrar que características históricas do setor no processo de mudanças após 1990 são importantes, pois a configuração do mercado e as características “adquiridas” das empresas quanto ao padrão de concorrência, capacidades tecnológicas e especialização de mercado entre as empresas nacionais e estrangeiras tendeu a se reafirmar. As mudanças organizacionais, tecnológicas e a estratégia de cada empresa face às mudanças das tecnologias, instituições, ambiente competitivo e condições macroeconômicas, foram condicionadas por aspectos relativos ao tamanho da planta, às possibilidades de obtenção de economias de escala, à especialização das empresas, à propriedade do capital, ao conhecimento tecnológico acumulado ao longo do tempo e às próprias condições financeiras das empresas.

Conforme destacado, o setor alcançou um estágio de evolução que hoje agrega três faixas bem caracterizadas de mercado: MF de tecnologia tradicional (manual ou semiautomática), MF automática e sistema para produção, incluindo as MF especiais, os sistemas flexíveis (FMS), as ilhas ou células de produção (CELL), as linhas flexíveis de produção (FML), centro de usinagem e robôs.

As empresas estrangeiras que tinham acesso a conhecimentos técnicos de suas matrizes e maior capacidades tecnológicas passaram a desenvolver e produzir MF/CNC de maior sofisticação. São as chamadas MF especiais, como prensas *transfers*, sistemas flexíveis, máquinas de estações múltiplas, centros de usinagem e tornos com CNC para o mercado interno e, dependendo do tipo de produto, para o mercado externo. Destacam-se entre esses fabricantes estrangeiros a Schuller, a B. Grobb do Brasil, a Heller e a Index-Traub. Essas empresas entraram há bastante tempo no Brasil seguindo a internacionalização dos seus clientes como a indústria automobilística e autopeças etc. Também deve ser considerado que algumas empresas estrangeiras de MF (ex: prensas) são possuidoras de mandato de desenvolvimento tecnológico por parte do grupo ao qual pertencem, sendo responsáveis, por exemplo, pelo desenvolvimento e pela modernização de alguns produtos. (STRACHMAN; AVELLAR, 2008, p.247).

Para o setor de MF em termos mundiais, os principais fabricantes de CNC são a Siemens e Fanuc. Estes dispositivos de automação são utilizados em MF de maior precisão, onde o dinamismo tecnológico é maior, assim como as exigências dos usuários. No Brasil também ocorre isso, adicionando que as empresas que desenvolveram CNC os incorporam em

máquinas mais baratas e as comercializam com sucesso no mercado interno e externo. Bertasso (2009) diz que outras empresas pretendem desenvolver esse tipo de CNC e MF/CNC para atender uma camada importante de demandantes. Já as empresas multinacionais desenvolveram tais tecnologias a partir do acesso aos conhecimentos técnicos de suas matrizes, e também se consolidaram na produção de centros e usinagem e máquinas especiais a CNC.

No segmento de MF universais a CNC, na década de 1990 “prevalciam empresas nacionais, mas são relevantes as poucas empresas estrangeiras que neles atuam” (FERRAZ; KUPFER; HAGUENAUER, 1996, p.320), tais como a Heller e a Index-Traub. A Romi e a destaca-se nesse grupo. No grupo de empresas nacionais, várias saíram do mercado ou passaram a prestar serviços para outras empresas na década de 1990, mas com o retorno dos investimentos nos anos 2000, pequenas empresas foram fundadas. Aparentemente, o processo de seleção competitiva com a abertura teria sido mais intenso entre os fabricantes de menor porte de bens seriados, cuja escala não seria econômica frente à diversificação da produção, e entre fabricantes de bens de nível médio de complexidade, produzidos por lotes, cujo *mix* preço/desempenho não seria competitivo face às importações.

A Romi é líder nacional na fabricação de tornos e centros de torneamento e de usinagem CNC. A empresa foi bem sucedida no seu processo de reestruturação produtiva e organizacional na década de 1990. Já em 1997 suas exportações de tornos a CNC atingiram 90% do total de tornos exportados pela empresa. Na década de 1980 a Romi, segundo Katz (1992), já possuía planta produtiva de nível internacional que lhe proporcionava economias de escala e melhor posição competitiva. A empresa realizou esforços tecnológicos significativos para o desenvolvimento de produto e produção do CN. A Romi investe em média 4% de sua receita líquida em P&D há muito tempo, e vem seguindo uma estratégia tecnológica consistente em combinar licenciamento com desenvolvimento próprio de tecnologia. Suas exportações de MF chegam a representar de 30% do seu faturamento com MF. Em 2006 respondeu por cerca de 21% do faturamento nominal da indústria e empregava 1.509 trabalhadores, 20,5% do total<sup>85</sup> (SANTOS *et alii*, 2007, p.84). A empresa informa que em 2007 atendeu a cerca de 41% do mercado de MF por “arranque de cavaco”. As importações corresponderam a outros 41%, enquanto os seus concorrentes ficaram com 18% do mercado. A Romi, na sua entrada no Novo Mercado (Alto Nível de Governança Corporativa) da IBOVESPA, informou seus planos de expansão e a uma nova estratégia competitiva através

---

<sup>85</sup> A Romi também produz máquinas especiais para plástico (como injetoras, etc.) e fundidos e usinados para outros setores que não estão sendo considerado na análise.

de aquisições, alianças estratégicas e a internacionalização da empresa (ROMI/APIMEC, 2007; 2008).

Após 2007, Romi realizou, entre outras ações, as aquisições das operações industriais da Sandretto (Itália) no ramo de injetoras de plástico e da também de uma tradicional fabricante de MF na Alemanha, a Burkhardt + Weber Fertigungssysteme GmbH, pioneira do desenvolvimento de centros de usinagem a CN na década de 1950, com unidade produtiva na cidade de Reutlingen. O objetivo da companhia com esta última aquisição é, em linha com o seu plano estratégico, “ampliar o seu portfólio de produtos com maior conteúdo tecnológico e expandir globalmente suas bases de operações e de mercados”. (ROMI, 2011).

A Romi busca, desde a década de 1990, ampliar sua inserção no mercado internacional tendo como base e apoio o mercado interno. Sua especialização produtiva nas denominadas MF de “segunda geração” é uma indicação de que sua produção e exportações se compõem de produtos com conteúdo tecnológico intermediário, mas que satisfaz a exigência dos usuários locais/nacionais. Como as economias de escala são muito importantes para a produção seriada, os mercados interno e externo se complementam e sua especialização é endógena, conforme explica-se no capítulo 7 seguinte. Não obstante, conforme notam Strachman e Avellar (2008), essa empresa (e mesmo seus concorrentes) vem buscando se inserir em tais mercados por meio da diversificação, a partir de novos produtos com maior ritmo de inovatividade.

Em um terceiro grupo de fabricantes de MF convencionais por deformação operam diversas pequenas empresas nacionais. Este grupo foi aparentemente menos afetado pela abertura econômica e pela mudança radical da trajetória tecnológica do setor, provavelmente porque a transformação tecnológica neste segmento foi menor, e porque seus produtos se dirigem a nichos de mercado pouco exigentes, onde a concorrência das importações não se fez sentir intensamente. (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999).

Portanto, tendo com pano de fundo a hipótese estilizada formulada na introdução deste capítulo, em vista dos desafios impostos pela liberalização comercial e pelas novas tecnologias, e, considerando as deficiências competitivas e inovativas do setor geradas ao longo do processo de industrialização no país, o setor de MF nas décadas de 1990 e 2000 promoveu um processo de reestruturação com aumento da concentração da produção em poucas empresas, um processo de consolidação das empresas líderes. As companhias com mais conhecimentos acumulados e maiores capacidade financeira se sobressaíram nos ganhos de produtividade e competitividade através da especialização, maiores escalas de produção e volume de faturamento, mas continuam verticalizadas. Tal verticalização pode ser explicada



pelo não desenvolvimento de fornecedores especializados no país, e merece ser mais bem estudada. **Mas, de forma geral, as empresas do setor passaram por um processo de especialização, concentrando a produção em um número menor de famílias de MF de melhor qualidade e com maior conteúdo tecnológico, complementado a oferta a partir de importações. Pode-se dizer que especialização e as exportações foram na direção da relação de complementaridade através do comércio internacional nas partidas de produtos: prensas, centros de usinagem e tornos a CNC.**

A descontinuidade tecnológica imposta pelo novo paradigma representou uma mudança de caráter definitivo no *modus operandi* do setor de MF. O melhor desempenho das empresas que investiram na acumulação de capacidades tecnológicas do paradigma metalomecânico, e realizaram esforços significativos para o desenvolvimento e produção do controle numérico e MF/CNC, entraram e conseguiram permanecer na nova trajetória tecnológica. O melhor desempenho produtivo e inovativo das empresas que realizaram esforços tecnológicos e aprendizado em P&D antes e após a abertura econômica parecem confirmar a hipótese da teoria neo-schumpeteriana, muito bem colocado por Erber e Vermulm (1993), de que a cumulatividade do conhecimento das empresas através de seus processos intencionais de aprendizados de busca, desenvolvimento e inovação lhes abastecem de capacidades para enfrentarem um padrão tecnológico superior no futuro e em evolução.

Os investimentos em P&D geram inovações e aprendizados. Para a firma assimilar o conhecimento de forma privada, se faz necessária uma capacidade acumulada de pesquisa e desenvolvimento de produto, através de simulações, modificações e adaptações. No caso do setor de MF, capacidade em P&D (com destaque para o D) é particularmente importante, visto que a fabricação das MF atende as especificidades técnicas requeridas pelos usuários e a determinação técnica do setor.

A emergência de um novo paradigma transforma os regimes tecnológicos setoriais. Como se verá como maiores detalhes no capítulo 7, o regime tecnológico do setor de MF se revigorou, aumentando as oportunidades de investimento em novas tecnologias, mas o conhecimento base do setor também evoluiu para maior codificação, complexidade e maior integração com o conhecimento científico. Por isso, a mudança de paradigma determinou uma mudança no regime e na trajetória tecnológica do setor ao elevar a necessidade de investimentos em P&D e revigorar as capacidades tecnológicas acumuladas das empresas com o novo conhecimento base mais integrado, sistêmico e complexo. As empresas com capacidades e conhecimentos tecnológicos consolidados conseguiram entrar e permanecer na

nova trajetória tecnológica. A reorganização do setor também foi importante novo regime de concorrência com a abertura.

#### 6.4 O Desempenho e Reorganização do Setor de Máquinas-Ferramenta a Partir dos Dados da Pesquisa Industrial Anual/Empresa

A análise anterior buscou analisar o processo de reestruturação, reorganização e o desempenho do setor de MF a partir do processo de abertura econômica e aumento da competição com as importações. Atribuiu-se a esses motivos a queda dos preços internos, o aumento da qualidade/desempenho das MF fabricadas pelas empresas líderes e o incremento da produtividade. Também se verifica uma tendência de concentração e consolidação tecnológica dessas empresas.

Enquanto as evidências empíricas sobre o desempenho econômico do setor aparecem importantes para a análise, ressalta-se novamente que a importância do setor de MF é mais tecnológica do que econômica. Do ponto de vista dos usuários de MF, conforme um estudo sobre empresas de “*engineering*” no Brasil, a produtividade aumentou de  $16 \pm 18\%$  nos fabricantes de bens de capital,  $72 \pm 156\%$  nos produtores de componentes para carro e  $28 \pm 42\%$  em empresas prestadoras de serviço de usinagem (CARVALHO, 1998 *apud* ALCORTA, 2000, p.1667). Informações sobre a produtividade do trabalho nos setores de equipamentos de transporte e maquinaria elétrica mostram que durante 1990 e 1996 tal produtividade aumentou, respectivamente, 11,8% e 14,6% ao ano no Brasil (KATZ, 1997 *apud* ALCORTA, 2000, p.1667).

A adoção de MF/CNC e seu bom emprego requer capacidade para entender as implicações da nova tecnologia. **Enquanto o aproveitamento das economias de escopo e flexibilidade com a nova tecnologia ganha importância com redução dos tempos de ‘*set-up*’ e ‘*changeover*’, aumento da variedade do *mix* de mercadorias produzidas sem prejudicar a eficiência, e compartilhamentos de ativos e custos; sua adoção confere a planta uma expansão ainda maior da capacidade produtiva, o que aumenta também a importância das economias de escala, que continua existindo com a produção agregada.** Carvalho (1998 *apud* ALCORTA, 2000, p.1668), por exemplo, encontrou pequenas empresas em dificuldades financeiras por que elas investiram em MF/CNC sem estar plenamente conscientes do seu potencial produtivo. **Embora os custos dos equipamentos aumentem em proporção menor do que sua capacidade produtiva, há uma tendência de aumento dos custos fixos da planta.** Não obstante, devido à própria natureza racionalizadora da tecnologia

de base microeletrônica, diminuem-se custos com mão-de-obra direta e matérias-primas (com o aumento da eficiência e diminuição do desperdício). Por outro lado, há uma tendência em aumentar a mão-de-obra indireta (administrativa) com maiores fluxos de compras de insumos e gestão da cadeia de suprimentos e distribuição/vendas. **O potencial de aumento da produção com diferenciação (economias de escopo) requer aumento de P&D e a marca continua como importante para o sucesso competitivo.**

A fim de verificar o desempenho do setor de MF entre 1996 e 2007 a partir da Pesquisa Industrial Anual/(PIA/Empresa), calculam-se alguns indicadores, tais como a relação entre o valor da transformação industrial (VTI), o valor bruto da produção industrial (VBPI) e a produtividade aparente do trabalho – a partir das razões entre o VTI e o VBPI e o número de trabalhadores ocupados.

O VTI do setor de MF correspondeu a 0,32% do VTI da indústria de transformação em 2007. O estado de São Paulo concentra a maioria das unidades produtivas do setor, assim como tem a maior participação em termos do valor da produção. No Brasil, em 2007, o VTI do setor somou R\$ 1,87 bilhão, em 679 unidades locais (UL), com mais de 26 mil pessoas ocupadas. Nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul se registra maior pessoal ocupado e maiores VTI do setor. O VTI paulista no setor de máquinas ferramentas brasileiro é de cerca de 65% enquanto o VTI gaúcho é de 22%.

A literatura teórica consagra a relação VA/VBP a preços correntes como uma das medidas mais apropriadas para aferir o grau de verticalização de indústrias, setores e firmas<sup>86</sup>. Esses indicadores são complexos, uma vez que tais relações também podem ser influenciadas pela intensidade e densidade de capital por trabalhador dos setores e das pressões com o aumento da concorrência para diminuição de preços relativos dos produtos, como no caso do setor de MF (Gráfico 7). De acordo com a evolução do setor, seu processo de reestruturação e reorganização se concentrou na primeira metade dos anos 1990, mas os dados indicam que tal processo se estendeu nos anos posteriores, enquanto as empresas continuaram a empreender

---

<sup>86</sup> “O índice VA/VBP de uma empresa pode variar de 0 (ausência completa de integração vertical) a 1 (total integração vertical, ou seja, a empresa delega para si não apenas a produção do bem, mas também de todos os insumos incorporados em seu processo de fabricação”. (SCHERER; ROSS, 1990 *apud* NASSIF, 2007, p.25). Conforme ressalta Nassif (2007, p.25) “é evidente que o índice pode sofrer retração mesmo nos casos que não configurem uma estratégia tradicional de desverticalização, como a terceirização de atividades produtivas (serviços de limpeza, de reparação etc.) ou o *outsourcing*, tendências que se tornaram comuns com a fragmentação da produção nos âmbitos nacional e global a partir dos anos 1990. No entanto, quando isso ocorre, a empresa está, de todo modo, buscando reduzir custos econômicos, mediante o enxugamento de atividades produtivas ou transferência de parte da produção para outras empresas. [...] No caso da indústria brasileira de bens de capital, com exceção dos equipamentos e materiais ópticos e fotográficos, todos os demais segmentos tiveram redução do indicador VA/VBP entre 1996 e 2005, o que, em vez de sugerir “desindustrialização” pelo enxugamento da indústria, aponta para maior ‘divisão vertical do trabalho’.

processos inovativos para o lançamento de novos produtos e inovações organizacionais (incluindo inovações de processo), visando a aumentar suas escalas produtivas e diminuir seus custos.

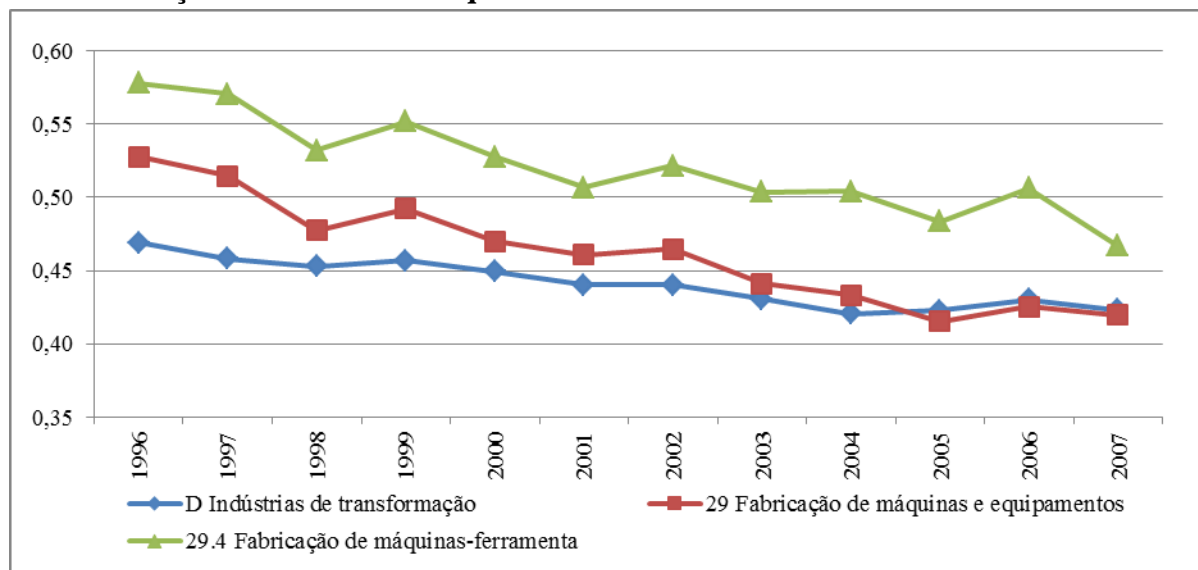
Em relação a essas observações, o Gráfico 8 mostra a relação VTI/VBPI a preços correntes para a indústria de transformação, para o setor de máquinas e equipamentos tipicamente industriais (CNAE 29) e o subsetor de máquinas ferramentas (CNAE (fiscal) 29.4), que inclui todas MF de arranque e deformação de metal, como para madeira, vidro, pedras etc., MF manuais elétricas e não elétricas, fabricação de freios hidráulicos, peças e acessórios para MF.

O setor de MF parece evoluir lentamente para a diminuição do grau de verticalização, enquanto a absorção de insumos e matérias-primas importados também contribui para esse processo gradual desde a liberalização comercial. Esse processo gradual e lento de desverticalização da produção foi evidenciado a partir de informações qualitativas no setor na década de 1990 (CRUZ, 1993; VERMULM, 1993, VERMULM; ERBER, 2002), e empiricamente a partir de informações quantitativas por Nassif (2007), no período de 1996 a 2005. Vermulm (1993) percebia que, já no início dos anos 1990,

(a)s empresas têm procurado caminhar no sentido da desverticalização, para otimização no uso dos seus recursos. Algumas empresas, que conseguem realizar adensamento tecnológico de produto, passam a recorrer à importação de componentes, para garantir a qualidade de seus produtos. Nesses casos, além da desverticalização, observa-se também desnacionalização dos produtos. De outra parte, os componentes de base microeletrônica também tendem a ser importados. Para os demais componentes, o setor tem procurado fornecimento interno, inclusive com algumas iniciativas de desenvolvimento de fornecedores. Porém ainda existem empresas que preferem reduzir a ociosidade do seu parque de máquinas produzindo componentes. De qualquer forma, já se nota no setor maior empenho na direção da desverticalização. (p.20).

Em termos empíricos, a prática e a teoria econômica evolucionista recomenda uma mudança nos indicadores, pois em épocas de mudanças institucionais, econômicas e tecnológicas, e, portanto, de desequilíbrio estrutural, as empresas buscam se reestruturar frente novas condições competitivas, com o apoio do ambiente macroeconômico, do entorno sistêmico e econômico/inovativo mais geral. Em termos microeconômicos, os dados visam demonstrar tal esforço de reorganização do setor e o novo ambiente competitivo dos fabricantes de MF.

**Gráfico 8 - Relação entre o VTI e o VBPI a Preços Correntes da Indústria de Transformação e do Setor de Máquinas-Ferramenta – 1996 a 2007**



Fonte: IBGE - PIA/Empresa, 2011.

A Tabela 27 mostra as informações do VBPI, COI (Custo as Operações Industriais) e VTI em termos reais a preços de 2007, assim como o número de empresas, do pessoal ocupado e a produtividade aparente do trabalho no setor de MF, em empresas com cinco ou mais pessoas ocupadas, segundo a PIA. O VBPI foi deflacionado pela série IPA-DI máquinas e equipamentos e o COI (Custo das Operações Industriais) deflacionado pelo IPA-DI bens de produção, atualizando-as para preços de 2007. O VTI da tabela é a diferença entre o VBPI e o COI ( $\text{VBPI} - \text{COI} = \text{VTI}$ ) deflacionados. A justificativa para tal procedimento metodológico é que mudanças da relação VTI/VBPI a preços correntes podem ser distorcidas pelas alterações dos preços relativos dos insumos e, como nesse caso, também pela forte pressão competitiva para diminuição dos preços desses bens com a abertura econômica. Entre 1996 e 2007 o VBPI real do setor de MF cresceu 58,2%, o COI 59,8%, o VTI 56,5%, o número de empresas 75% e o pessoal ocupado aumentou 39,1%. Registra-se que no ano de 2004 o setor apresentou o maior VTI por pessoal ocupado, de R\$ 81.380<sup>87</sup>.

O período entre 1996 e 1999 aparece ainda como de crise e de ajustes estruturais, com redução do pessoal ocupado de -17,3%, maior que a diminuição do VBPI, -7,1%, e do VTI, -5,3%, o que refletiu em aumento da produtividade aparente do trabalho - tanto da

<sup>87</sup> Se considerarmos apenas as informações fornecidas pela ABIMAQ constantes no trabalho de Santos, Carvalho, Machado e Piccinini (2007) o faturamento nominal e o emprego no do setor de MF em 2006 foi de, respectivamente, R\$ 2,1 bilhão e 7.400 trabalhadores, produtividade média por trabalhador de cerca de R\$ 287 mil. Dividindo o VBPI/Emprego mostrado na tabela 27 para o ano de 2006 chega-se a R\$ 144,6 mil. Devido à maior densidade de capital por trabalhador graças a uma automação no próprio setor de MF, sugere-se cautela com os números absolutos a esse nível de CNAE fiscal 29.4.

relação VBPI/pessoal ocupado quanto VTI/pessoal ocupado. Este período é caracterizado pela taxa de câmbio sobrevalorizada. Por outro lado, nota-se que o período de maior crescimento do VBPI, do VTI, do número de empresas e do pessoal ocupado se concentrou entre 1999 a 2003, período caracterizado por forte desvalorização cambial.

**Tabela 27 - Estrutura do Valor da Transformação Industrial, Número de Empresas, Pessoal Ocupado e Produtividade Aparente do Trabalho no Setor de Máquinas-Ferramenta (CNAE 29.4) – 1996-2007**  
(em mil Reais de 2007)

Ano	VBPI	COI	VTI	Número de empresas	Pessoal ocupado	VBPI/Pessoal ocupado	VTI/Pessoal ocupado	VTI/VBPI
1996	2.527.940	1.330.158	1.197.782	388	19.164	131,91	62,50	0,47
1997	2.467.658	1.264.078	1.203.579	328	16.632	148,37	72,37	0,49
1998	2.305.572	1.282.752	1.022.820	353	14.258	161,70	71,74	0,44
1999	2.346.370	1.211.905	1.134.465	391	15.838	148,15	71,63	0,48
2000	2.622.892	1.340.167	1.282.725	438	19.497	134,53	65,79	0,49
2001	2.883.456	1.482.848	1.400.608	430	18.680	154,36	74,98	0,49
2002	2.916.407	1.388.216	1.528.192	618	19.906	146,51	76,77	0,52
2003	3.408.400	1.589.234	1.819.166	540	22.401	152,15	81,21	0,53
2004	3.080.025	1.479.705	1.600.319	532	19.664	156,63	81,38	0,52
2005	3.036.326	1.602.824	1.433.502	620	21.625	140,41	66,29	0,47
2006	3.157.961	1.610.519	1.547.442	596	21.838	144,61	70,86	0,49
2007	4.000.362	2.125.562	1.874.800	679	26.669	150,00	70,30	0,47
Δ 1996-1999 (%)	-7,18	-8,89	-5,29	0,77	-17,36	12,31	14,60	2,04
Δ 1999-2003 (%)	45,26	31,14	60,35	38,11	41,44	2,70	13,37	10,39
Δ 2003-2007 (%)	17,37	33,75	3,06	25,74	19,05	-1,42	-13,43	-12,19
Δ 1996-2007 (%)	58,25	59,80	56,52	75,00	39,16	13,71	12,48	-1,09

Fonte: IBGE-PIA/Empresa, 2011.

Nesse período, de 1999 a 2003, o VTI cresce em 60,3%, o VBPI em 45,2%, o pessoal ocupado aumenta em 41,4%, assim como o número de empresas com cinco ou mais pessoas ocupadas, cresce 38,1%. O setor de MF continua apresentando aumento da produtividade aparente do trabalho, principalmente entre a relação VTI/pessoal ocupado, que cresce 13,3% no período. Nota-se que a relação VTI/VBPI apresenta elevação de cerca de

10% entre 1999 a 2003, o que sugere aumento de valor agregado da produção nacional com a desvalorização cambial.

Já entre os anos de 2003 a 2007 aconteceu a revalorização do câmbio e o retorno dos investimentos industriais com aumento da ocupação da capacidade industrial na indústria em geral, e no setor de MF em particular. Neste período o pessoal ocupado do setor aumenta 19,0%, acima do crescimento do VBPI de 17,3%, e principalmente, acima do crescimento VTI de 3,0%, refletindo na diminuição da produtividade aparente do trabalho em -12,1%. Chama atenção o aumento de 33,7% dos custos das operações industriais (COI), aparentemente o fator responsável pelo pior desempenho do setor entre 2003 a 2007.

A evolução da estrutura de custos das operações industriais é mostrada na Tabela 28.

**Tabela 28 – Evolução da Estrutura dos Custos das Operações Industriais do Setor de Máquinas-Ferramenta – 1996-2007** (em %)

Anos/Itens	Compras de matérias-primas, materiais auxiliares e componentes, menos variação dos estoques	Compras de energia elétrica e consumo de combustíveis	Consumo de peças, acessórios, pequenas ferramentas	Serviços industriais prestados por terceiros e de manutenção
1996	87,9	3,2	2,6	6,3
1997	88,3	3,5	3,6	4,6
1998	88,3	3,4	3,5	4,7
1999	88,9	3,4	3,1	4,6
2000	88,8	3,2	3,1	5,0
2001	88,4	2,8	2,7	6,2
2002	87,5	3,0	2,7	6,8
2003	88,6	2,5	3,8	5,0
2004	88,3	2,6	3,5	5,6
2005	88,1	3,0	3,3	5,5
2006	86,3	3,0	3,5	7,1
2007	87,5	2,4	3,6	6,4
$\Delta$ 1996-1999 (%)	1,18	5,52	20,63	-27,66
$\Delta$ 1999-2003 (%)	-0,34	-24,12	21,96	9,13
$\Delta$ 2003-2007 (%)	-1,24	-4,22	-5,56	28,42
$\Delta$ 1996-2007 (%)	-0,41	-23,31	38,94	1,38

Fonte: IBGE-PIA/Empresa, 2011.

Com a análise das informações da tabela não se observa uma modificação substancial dos custos de operações industriais, pois os dados oscilam muito sem registrar

uma clara trajetória de tendência. Entre 1996 a 2007 registra-se apenas uma diminuição de - 23,3% com as compras de energia elétrica e um aumento de 38,9% no consumo (e custos) de peças e acessórios que sugerem novamente o aumento da escala. Percebe-se também uma tendência de aumento das compras de serviços industriais de terceiros no setor de MF, principalmente entre 2003 e 2007, o que indica uma tendência de diminuição do grau de verticalização setorial.

Há duas mudanças estruturais que explicam o desempenho do setor de MF entre 1996 e 2007, conforme a Tabela 29, que mostra de forma mais ampla a evolução da estrutura de custos e despesas do setor de MF. **De fato, o setor parece caminhar para um menor grau de verticalização, uma trajetória de aumento da produtividade do trabalho e ganhos de escala produtiva. Pelas características do setor e do ambiente competitivo, a evolução da estrutura de custos mostra que o setor vem em uma trajetória de redução dos gastos com pessoal e um aumento dos custos das operações industriais, principalmente através do aumento do consumo (e custos) de matérias-primas e componentes, e da utilização de serviços industriais prestados por terceiros.** Há também um aumento dos custos das mercadorias adquiridas para revenda, o que parece indicar um aumento da especialização setorial, uma vez que os fabricantes passam a complementar sua linha de MF oferecidas no mercado com MF de outros fabricantes estrangeiros, ou através de licenciamento.

Há mais três informações que chamam a atenção na Tabela 29: a diminuição dos custos com depreciação e com as despesas operacionais, não operacionais e arrendamento mercantil, e o aumento dos pagamentos de impostos e taxas.

Se por um lado a diluição dos custos indiretos e do custo direto com pessoal pode indicar um aumento mais forte de economias de escala entre 2003 e 2007, por outro a diminuição dos custos com depreciação parece sugerir apenas investimentos marginais em expansão de capacidade produtiva. De fato, desde os anos 80 não se tem informação sobre investimentos para expansão substancial de capacidade produtiva no setor. Os investimentos anunciados, por exemplo, pela Romi em 2007, tiveram início mais foram paralisados com a crise financeira internacional.

Como já comentado, a adoção de MF/CNC e seu bom emprego requer capacidade para o aproveitamento das economias de escopo e flexibilidade proporcionadas com a nova tecnologia. Sua adoção confere à planta uma expansão ainda maior da capacidade produtiva, o que aumenta também a importância das economias de escala, que continua existindo com a produção agregada. **Devido à natureza racionalizadora da tecnologia microeletrônica,**



diminuem-se custos com mão-de-obra direta e matérias-primas (com o aumento da eficiência e diminuição do desperdício), mas por outro lado tende-se a aumentar a mão-de-obra indireta (administrativa) com maiores fluxos de compras de insumos, gestão da cadeia de suprimentos e da produção com a diferenciação produtiva.

**Tabela 29 – Evolução da Estrutura dos Custos e Despesas do Setor de Máquinas-Ferramenta – 1996-2007** (em %)

Período	1996/ 1997	1998/ 1999	2000/ 2001	2002/ 2003	2004/ 2005	2006/ 2007	$\Delta$ 1996- 2007
1. Consumo de matérias-primas, materiais auxiliares e componentes	32,49	35,45	39,35	41,77	45,56	44,73	37,66
2. Compras de energia elétrica e consumo de combustíveis	1,24	1,36	1,32	1,31	1,45	1,40	12,76
3. Consumo de peças, acessórios e pequenas ferramentas	1,16	1,34	1,27	1,57	1,76	1,84	59,13
4. Serviços industriais prestados por terceiros e de manutenção	2,00	1,86	2,48	2,77	2,88	3,48	74,15
1+2+3+4 = Custos de Operações Industriais (5)	36,89	40,00	44,43	47,43	51,65	51,45	39,47
6. Gastos de pessoal	31,92	29,03	27,20	25,70	26,33	25,00	-21,69
7. Custo das mercadorias adquiridas para revenda	3,75	4,29	3,41	3,55	3,03	4,24	12,86
8. Aluguéis e arrendamentos	0,50	0,54	0,52	0,53	0,62	0,61	21,34
9. Despesas com arrendamento mercantil	0,46	0,23	0,15	0,15	0,15	0,10	-77,15
10. Impostos e taxas	0,45	0,54	0,69	0,78	1,12	1,06	132,61
11. Depreciação	12,72	12,37	11,34	10,15	6,13	6,81	-46,46
12. Demais custos e despesas operacionais	12,61	12,27	11,70	11,09	10,14	10,33	-18,04
13. Despesas não-operacionais	0,70	0,73	0,54	0,62	0,82	0,40	-42,07
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	-

Fonte: IBGE-PIA/Empresa, 2011.

Esta análise utilizando as informações da PIA parece corroborar a anterior, e mostra que a trajetória do setor de MF entre 1996 a 2007 continuou no avanço da produtividade, redução de custos, aumento das escalas produtivas e redução lenta e gradual do grau de verticalização, através do aumento do consumo de matérias-primas e componentes e subcontratação de serviços industriais de terceiros. Uma proporção dessas matérias-primas e componentes é importada, principalmente os componentes microeletrônicos e os dispositivos de automação. Estas características indicam a continuidade dos esforços das empresas para o aumento de eficiência produtiva.

## 6.5 Considerações Finais

As reformas estruturais e um processo de abertura econômica mal planejado produziram um ambiente altamente seletivo e que operaram, juntamente a mudança do paradigma tecnológico, um processo de reestruturação produtiva que levou a uma concentração de mercado e consolidação dos fabricantes de MF nacionais e estrangeiros que tinham maiores capacidades tecnológicas e financeiras e plantas produtivas favoráveis para o aumento de economias de escala.

Seja devido às condições desfavoráveis de conjuntura macroeconômica (taxas de juros, taxas de câmbio, turbulência, etc.), um ambiente inovativo e sistêmico pouco dinâmico, as empresas do setor de MF empreenderam um processo de reestruturação conservador face à possibilidade quase ilimitada de importações de MF desenvolvidas em países com ambientes inovativos dinâmicos ou possuidores de sistemas nacionais de inovação desenvolvidos. **Como ocorreu em outros setores que se caracterizam por um maior dinamismo tecnológico, o processo de reestruturação do setor de MF brasileiro foi em direção à especialização em produtos de menor complexidade tecnológica tendo em vista o mercado internacional de MF.**

As empresas com mais conhecimentos acumulados e maior capacidade financeira se sobressaíram nos ganhos de produtividade e competitividade através da especialização, maior escala da produção e volume de faturamento, mas continuam verticalizadas. Como comentado (e merece ser mais bem estudado), tal fenômeno da verticalização pode ser explicado pelo não desenvolvimento de fornecedores especializados no país. Mas, de forma geral, as empresas do setor passaram por um processo de especialização, concentrando a produção em um número menor de famílias de MF de melhor qualidade e com maior conteúdo tecnológico, complementado a oferta a partir de importações e licenciamento. Pode-se dizer que a especialização e as exportações foram ao encontro da relação de complementaridade através do comércio internacional nos tipos de produtos como prensas, centros de usinagem e tornos a CNC.

Se por um lado o processo de concentração da produção e consolidação tecnológica ocorreu nas empresas com maiores capacidades tecnológica e financeira, por outro, nesse processo, a já existente heterogeneidade intrasetorial aumentou. A causa básica desse fenômeno é a heterogeneidade dos esforços inovativos entre os fabricantes de MF, assunto que será tratado no próximo e último capítulo.

## 7 DINÂMICA INOVATIVA E APRENDIZADO TECNOLÓGICO NO SETOR DE MÁQUINAS-FERRAMENTA BRASILEIRO À LUZ DA TEORIA NEO-SCHUMPETERIANA

A acumulação de capacidades tecnológicas dinâmicas pelas empresas em investimentos em P&D geram inovações e aprendizados, as “duas faces” do P&D conforme Cohen e Levinthal (1989). Para a firma assimilar e se apropriar do conhecimento de forma privada, é frequentemente preciso capacidade acumulada de P&D de produto através de simulações, modificações e adaptações. Os gastos em P&D ampliam a capacidade de absorção de conhecimentos pelas firmas.

No caso do setor de MF, capacidade em P&D é particularmente importante, visto que a fabricação das MF atende a especificidades técnicas requeridas pelos usuários e à determinação técnica da evolução do setor. Nos últimos anos, depois da revolução tecnológica que caracterizou o passado recente do setor, o padrão de inovação setorial tem-se “estabilizado”, e as inovações têm sido mais incrementais.

Por outro lado, os clientes das empresas de MF têm papel crucial no processo de inovação, uma vez que o conhecimento tácito ou *know-how* baseado na experiência precisa ser compartilhado no processo inovativo. Geralmente, o conhecimento tácito advém de processos informais de aprendizagem tecnológica como o *learning-by-doing* e *learning-by-using* ou mesmo formais como o P&D, e compartilha-se tal conhecimento através da interação produtor-usuário. Em termos agregados, **a estrutura e o grau de capacidades tecnológicas da demanda também são cruciais às empresas de MF, visto que os investimentos e capacidades tecnológicas dos demandantes são fundamentais para a “qualidade” da interação e desenvolvimento tecnológico do artefato (MF). Portanto, não apenas o tamanho da demanda é importante, mas também sua estrutura e seu nível de sofisticação.**

Compradores nacionais sofisticados de bens de capital podem ter uma forte influência nos padrões nacionais de inovação, dado o papel importante dos usuários no desenvolvimento, experimentação e modificação desses bens. **A proximidade geográfica com ofertantes locais através da compra preferencial possibilitam fluxos de informações, conhecimentos tácitos e habilidades.** O conhecimento tácito do tipo *know-how* possibilita criar habilidades produtivas, capacitações, melhores práticas organizacionais, enfim, condições consideradas relevantes para desenvolvimento de processos de aprendizado que se manifestam na interação produtor-usuário. Conforme destaca Lundvall (1992 *apud* LEE,

2006, p.235-236), a “empresa usuária é um agente fundamental, principalmente nos estágios iniciais do processo de inovação dos bens de capital. Ao mesmo tempo, a interação da empresa usuária com o fabricante constitui uma dimensão decisiva do processo de aprendizado do sistema de inovação de bens de capital”.

A emergência de um novo paradigma transforma os regimes tecnológicos setoriais. Como se verá como maiores detalhes neste capítulo, o regime tecnológico do setor de MF/CNC se revigorou, aumentando as oportunidades de investimento em novas tecnologias, mas o conhecimento base do setor também evoluiu para maior codificação, complexidade e maior integração com o conhecimento científico, ainda que este seja caracterizado por ser específico e aplicado. Por isso, **a mudança de paradigma determinou uma mudança na trajetória e no regime tecnológico do setor, ao elevar a necessidade de investimentos em P&D e revigorar as capacidades tecnológicas acumuladas das empresas com o novo conhecimento base mais integrado, sistêmico e complexo.**

A descontinuidade tecnológica imposta pelo novo paradigma representou uma mudança de caráter definitivo no *modus operandi* do setor de MF. **O melhor desempenho das empresas brasileiras que investiram na acumulação de capacidades tecnológicas do paradigma mecânico e realizaram esforços significativos para o desenvolvimento e produção do controle numérico e MF/CNC não apenas entraram, mas conseguiram permanecer na nova trajetória tecnológica. Por isso o aprendizado tende a ser *path dependent* e cumulativo.** O melhor desempenho produtivo e inovativo das empresas que realizaram esforços tecnológicos e aprendizado em P&D antes e após a abertura econômica parece confirmar a hipótese da teoria neoschumpeteriana, de que a cumulatividade do conhecimento das empresas através de seus processos intencionais de aprendizados de busca, desenvolvimento e inovação lhes abastece de capacidades dinâmicas para enfrentarem um regime tecnológico superior e em evolução, mesmo que as inovações sejam fundamentalmente de ordem incremental nos últimos anos.

Com a abertura econômica e o novo ambiente competitivo, juntamente à turbulência macroeconômica, juros elevados e taxa de câmbio sobrevalorizada, a heterogeneidade competitiva no setor de MF tendeu a aumentar. A heterogeneidade competitiva têm como causa básica a heterogeneidade tecnológica quanto aos distintos esforços inovativos e aprendizados em tecnologia empreendidos entre fabricantes de MF. Por isso, os fabricantes de MF com capacidades e conhecimentos tecnológicos consolidados conseguiram entrar e permanecer na nova trajetória tecnológica. A reorganização e a busca de eficiência produtiva do setor também foram importantes no novo regime de concorrência com a abertura. O P&D,

interação produtor-usuário e a busca incessante de economia de escala e eficiência através da utilização das próprias tecnologias microeletrônicas racionalizadoras, são uma das características fundamentais da indústria de MF seriadas em nível internacional.

O objetivo da análise desenvolvida neste capítulo é explicar porque a heterogeneidade competitiva tem como causas básicas a heterogeneidade tecnológica do setor de MF, a qual será caracterizada a partir dos distintos esforços inovativos e aprendizados tecnológicos entre os fabricantes de MF.

Como a estrutura da demanda e as capacidades tecnológicas dos usuários de MF são cruciais às empresas de MF, assim como a natureza e solidez das oportunidades de avanço tecnológico e da habilidade das empresas para apropriar-se dos lucros da inversão privada em P&D, a estrutura do mercado e o desempenho tecnológico das empresas são gerados de maneira endógena. Portanto, a análise busca qualificar as atividades inovativas e características dos usuários de MF, a fim de apreender as especificidades do sistema de inovação e produção de MF no Brasil. **A justificativa para as considerações sobre as características das atividades inovativas dos usuários de uma perspectiva de sistema setorial de inovação e produção é a de que a emergência e a transformação da demanda desempenham um papel fundamental na dinâmica e na evolução dos sistemas setoriais, pois a demanda é composta por agentes heterogêneos que interagem de várias maneiras com os produtores e instituições.**

A interação e os aprendizados produtor-usuários são localizados em aglomerações industriais regionais com repercussões para todos os produtores nacionais, enquanto as diferenças na estrutura da demanda geram diferenças internacionais na taxa e direção das inovações tecnológicas. (DOSI; PAVITT; SOETE, 1993; MALERBA, 2002). No entanto, se o capítulo busca explorar mais detidamente a dinâmica inovativa do setor de MF devido aos limites quantitativos de informações que foi possível reunir, mesmo assim traça-se em grandes linhas um esboço inicial do sistema de inovação do setor de MF brasileiro.

Como também será destacado, há um “*path dependence*” no setor de MF, ou seja: **a história tem grande importância na configuração da trajetória das empresas quanto às suas capacidades tecnológicas dinâmicas enraizadas em rotinas de alto desempenho, geradas a partir dos seus próprios esforços inovativos e aprendizados tecnológicos para responder à mudança de paradigma, em um setor caracterizado por forte concorrência schumpeteriana. Nestes termos, padrões de especialização tende a persistir por longo período de tempo.** A evolução da tecnologia, empresas (clientes, fornecedores, etc.) e instituições ao configurar a trajetória do setor como um processo histórico implicam

diferentes graus de “*path dependence*” e irreversibilidades. As condições e eventos iniciais e subsequentes ao longo do processo histórico de aprendizados produtivos e tecnológicos das empresas do setor, como a mudança na tecnologia, nas instituições e no ambiente competitivo e macroeconômico são os primeiros candidatos a explicar, juntamente aos esforços das empresas, a trajetória competitiva e tecnológica do setor de MF no Brasil.

O setor de MF no Brasil possui empresas com capacidade de adaptação às inovações internacionais, e nesses processos de adaptação ocorrem a criação e a assimilação de conhecimento com as atividades de P&D e interações produtor-usuário voltadas para a inovação tecnológica. Neste capítulo, utiliza-se uma metodologia elaborada e bastante utilizada atualmente no IPEA (DE NEGRI; LEMOS, 2011), a qual classifica as empresas em quatro tipos: líderes, seguidoras, emergentes e frágeis. A ideia não é ressaltar a dimensão e o tamanho da empresa, mas suas estratégias e esforços tecnológicos, com a intenção de distinguir os processos inovativos e aprendizados tecnológicos considerados estratégicos por elas em ações e rotinas voltadas para a construção de vantagens competitivas dinâmicas.

Como hipótese estilizada para qualificar a dinâmica inovativa do setor sugere-se que a acumulação de capacidades tecnológicas e competitivas dinâmicas do setor de MF de introduzir inovações depende: de fortes interações (*learning by interacting*) com seus clientes (necessidades de desenvolvimento tecnológico e melhoramento de performances); de uma eficiente rede de fornecedores especializados; do serviço de pós venda e assistência técnica no país e no exterior; da capacidade de criação, absorção e apropriação de novos conhecimentos a partir de gastos em P&D (*learning by searching*); e de um estreito relacionamento com ciência e tecnologia (pesquisa básica e aplicada) (*learning by from advances in S&T*). Pela posição central que o setor de MF ocupa nas cadeias produtivas e no sistema de inovação industrial, as inovações de produto do setor são mudanças de processo para as empresas do complexo eletrometal-mecânico e de outros setores, como fornecedores da cadeia aeronáutica, por exemplo.

No intuito de discutir estes elementos, o capítulo foi dividido em seis seções. Na seção 7.1 apresenta-se a abordagem metodológica e a caracterização das empresas segundo estratégia competitiva; na seção 7.2 discute-se a mudança do regime tecnológico e o sistema setorial de inovação em quatro países desenvolvidos; na seção 7.3 analisam-se a dinâmica inovativa, esforços tecnológicos, cooperação e os resultados econômicos decorrentes da introdução de inovações por tipo de empresa; na seção 7.4 faz-se uma análise do sistema de inovação e produção de MF no Brasil, discutindo as características dos esforços inovativos dos usuários; na seção 7.5 discute-se a natureza do regime tecnológico do setor no Brasil e os

aprendizados tecnológicos de dois grupos de empresas com padrão de inovação desiguais no setor de MF; e, por fim, na seção 7.6 fazem-se as considerações finais.

### 7.1 Abordagem Metodológica e Caracterização das Empresas por Esforços Tecnológicos e Desempenho Competitivo

Para caracterização das empresas de acordo com seus esforços tecnológicos e desempenho competitivo, faremos uso de informações e dados de um trabalho do IPEA, cuja metodologia vem sendo bastante empregada para classificação das empresas em nível setorial em quatro tipos: líderes, seguidoras, emergentes e frágeis (DE NEGRI; LEMOS, 2011)<sup>88</sup>. A preocupação central dessa metodologia é qualificar a dinâmica inovativa das empresas, classificando-as segundo alguns indicadores para compreender a relação entre a dinâmica ou padrões de comportamento tecnológicos setoriais (P&D, inovações, diferenciação de produto, menor custo/faturamento) e desempenho das empresas (preço-prêmio, produtividade, exportação, salário etc.).

A dinâmica inovativa ou padrões de comportamento tecnológico setoriais são entendidos como processos de aprendizagem tecnológicos para acumulação de conhecimento pelas empresas através da busca de inovações. A ideia não é ressaltar a dimensão ou o tamanho da empresa, mas suas estratégias e seus esforços tecnológicos, com a intenção de distinguir o desempenho das empresas segundo seus processos inovativos e de aprendizados tecnológicos considerados estratégicos em ações e rotinas voltadas para construção de vantagens competitivas dinâmicas.

A metodologia do trabalho organizado por De Negri e Lemos, do IPEA (2011), compatibiliza diversas pesquisas e informações das empresas nacionais e estrangeiras com 30 ou mais pessoas ocupadas, como a fonte de dados como a PIA, a Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) do IBGE, e outras, como da Secex/MDIC e RAIS/MTE. Como a PIA

---

<sup>88</sup> Uma das justificativas para tal tipo de pesquisa é buscar conhecer as estratégias tecnológicas, características estruturais e competitivas dos tipos de firmas em nível setorial. A partir de ampla pesquisa do IPEA reunida no livro organizado por De Negri e Salerno, *Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras* (2005), busca-se compreender a relação entre os padrões tecnológicos (inovações, P&D, diferenciação de produto) e desempenho (produtividade, exportação, salário etc.) de três tipos diferentes de grupos de firmas, buscando distingui-las a partir da estratégia competitiva em: 1) as firmas que inovam e diferenciam produtos; 2) firmas especializadas em produtos padronizados; e 3) firmas que não diferenciam produtos e têm produtividade menor. A intenção explícita da pesquisa foi fugir à tradicional segmentação da indústria por setores de atividades e por tamanho de empresas, e focar na dimensão tecnológica. Conforme De Negri, Salerno e Castro (2005, p.06-07) reunindo um conjunto amplo de informações sobre a indústria brasileira, de um lado, “e, por outro, ao se categorizar as empresas por estratégias competitivas, tornou-se possível mapear e discutir, com muito mais precisão, o patamar competitivo da indústria, possibilitando um diagnóstico mais fino para apoio à Pitce”. O capítulo desses autores sintetizam os resultados encontrados nos artigos do livro.

busca informações nas empresas com mais de 30 empregados, necessita-se de compatibilização das informações da PINTEC, e as demais informações seguem essa estratificação intrassetorial. A metodologia correlaciona dois ou no máximo três indicadores para classificação de quatro tipo de empresas de forma *ex ante* (através de testes paramétricos e não paramétricos), como segue (DE NEGRI *et alii*, 2011, p.21):

- 1) **Empresas Líderes:** i) Inovadora de produto novo para o mercado e que exporta com preço prêmio ou, ii) Inovadora de processo novo para o mercado, exportadora e de menor (quartil inferior) relação custo/faturamento no seu setor industrial (Grupo CNAE – 3 dígitos);
- 2) **Empresas Seguidoras:** i) demais exportadoras não líderes ou, ii) empresas que tem produtividade (valor da transformação industrial por trabalhador) igual ou superior às exportadoras não líderes no seu setor industrial (Grupo CNAE – 3 dígitos);
- 3) **Empresas Emergentes:** empresas não classificadas como líderes e seguidoras, logo não exportadoras, mas que investem continuamente em P&D ou inovam produto novo para o mercado mundial ou possuem laboratórios de P&D (departamentos de P&D e que tem mestres/doutores ocupados em P&D); e
- 4) **Empresas Frágeis:** demais firmas.

Uma caracterização das empresas do setor de MF (CNAE fiscal 29.4) com 30 ou mais pessoas ocupadas é mostrado na Tabela 30, que inclui todos os fabricantes de MF de arranque e deformação de metal, para madeira, vidro, pedras etc., MF manuais elétricas e não elétricas, fabricação de freios hidráulicos e peças e acessórios para MF. O problema é que essa definição mais ampla do setor a três dígitos tende a superestimar a quantidade de empresas realmente líderes e seguidoras no setor de MF de arranque e deformação de metal, e assim enviesar indicadores de atividades tecnológicas com a subestimação real da dinâmica tecnológica das empresas líderes. Feitas essas ressalvas, continuamos com a caracterização das empresas.

O número de empresas com 30 ou mais pessoas ocupadas no setor em 2005<sup>89</sup> era de 181 firmas, as quais ocupavam cerca de 17.000 pessoas. Essas empresas correspondem à maior parte do faturamento do setor e praticamente a totalidade da atividade tecnológica. Conforme a tabela, as nacionais representam cerca de 90% das empresas do setor de MF, empregam 77% do pessoal, pagam 63% dos salários totais, apresentam faturamento de 56%

---

<sup>89</sup> Refere-se às inovações no período 2001-2003. Para facilitar a exposição trabalha-se com o ano de divulgação da pesquisa PINTEC, o ano de 2005.



do total e apropriam-se de 74% dos lucros do setor. O faturamento médio das empresas de MF foi da ordem de R\$ 16.470 milhões, e a média é de 92 empregos por empresa.

**Tabela 30 – Caracterização das Empresas do Setor de Máquinas-Ferramenta – 2005 – empresas com mais de 30 pessoas ocupadas (Em R\$ milhões e %)**

Indicador	Tipo de empresa				
	Líderes	Seguidoras	Emergentes	Frágeis	Total
<b>Nº de Empresas</b>	<b>26</b>	<b>73</b>	<b>5</b>	<b>77</b>	<b>181</b>
Nacionais	22	61	5	77	165
Estrangeiras	4	12	-	-	16
<b>Pessoal ocupado total</b>	<b>6.709</b>	<b>5.998</b>	<b>993</b>	<b>2.989</b>	<b>16.689</b>
Nacionais (%)	63%	77%	100%	100%	77%
Estrangeiras (%)	37%	23%	0%	0%	23%
<b>Salários Totais (R\$ milhões)</b>	<b>267</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>49</b>	<b>477</b>
Nacionais (%)	56%	58%	100%	100%	63%
Estrangeiras (%)	44%	42%	0%	0%	37%
<b>Salário Médio Mensal (R\$)</b>	<b>3.056</b>	<b>1.844</b>	<b>1.373</b>	<b>1.270</b>	<b>2.200</b>
Nacionais	2.724	1.391	1.373	1.270	2.200
Estrangeiras	3.619	3.336	-	-	3.517
<b>Produtividade (R\$)</b>	<b>109.500</b>	<b>70.402</b>	<b>25.560</b>	<b>22.748</b>	<b>74.916</b>
Nacionais (%)	61.431	48.937	25.560	22.748	62.425
Estrangeiras (%)	129.361	92.225	-	-	116.030
<b>Faturamento (R\$ milhões)</b>	<b>1.558</b>	<b>1.249</b>	<b>50</b>	<b>124</b>	<b>2.981</b>
Nacionais (%)	54%	52%	100%	100%	56%
Estrangeiras (%)	46%	48%	-	-	44%
<b>Lucros totais (R\$ milhões)</b>	<b>195</b>	<b>130</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>338</b>
Nacionais (%)	65%	83%	100%	100%	74%
Estrangeiras (%)	35%	17%	-	-	26%

Fonte: PIA, PINTEC, RAIS e SECEX *apud* Araújo, 2011, p.449.

Conforme a tabela, dos 181 fabricantes de MF no Brasil, 26 são empresas líderes, 14,0% do total. Essas empresas são líderes porque trazem produtos novos para o mercado, exportam com preço prêmio, têm maior produtividade, gastam mais em P&D, empregam a maior parte de pessoal ocupado em P&D do setor, pagam salário médio mais elevado e empregam cerca de dois quintos do pessoal ocupado no setor. Foram identificadas quatro empresas estrangeiras entre as líderes que pagam salários médios mais altos que as líderes nacionais, apresentam maior produtividade e ficam com 35% dos lucros do grupo de empresas líderes. Isso pode indicar que, no caso das empresas líderes que buscam diferenciar seus produtos mediante inovação tecnológica, os custos associados à mão-de-obra de alta qualificação é um fator especialmente relevante como fonte de rendimentos crescentes de escala, conforme sugerido por De Negri *et alii* (2011).

Dois tipos de empresas líderes podem conviver dentro do setor de MF e em um mesmo regime tecnológico: as líderes na diferenciação de produto e as em custo, especialmente porque no setor é comum o empreendimento de inovações de produto e processo visando diferenciação de produtos, economias de escopo e de escala. Como a análise mostrará mais adiante, essas empresas parecem ter maiores capacidades dinâmicas de desenvolverem processos de aprendizagem tecnológicos constantes e rotineiros voltados para a construção de vantagens competitivas dinâmicas e se apropriarem dos lucros de tais esforços inovativos.

As empresas seguidoras são de número 73, 40% do total. As empresas nacionais são maioria entre essas empresas, 77%, apesar de faturarem 52% do total da categoria e paguem salário médio abaixo da média setorial. Registra-se que 75% das 16 empresas estrangeiras identificadas (12 firmas) encontram-se na categoria de empresas seguidoras, que pagam salários médios e trabalham com produtividade maior que as líderes nacionais, mas ficam com 48% do faturamento e 17% dos lucros do total das empresas seguidoras.

Nota-se, segundo a Tabela 31, que entre as duas categorias de empresas exportadoras, apenas as empresas líderes registram exportações líquidas positivas e apresentam coeficiente de exportação mais elevado, o que mostra a importância do comércio intra-industrial para essas empresas. A tabela registra, por outro lado, que as empresas seguidoras importam mais que exportam, o que pode indicar importações de MFs que complementam a oferta nacional dessas empresas.

As empresas seguidoras por seu turno apresentam-se como capazes de “acompanhar e imitar as mudanças tecnológicas no seu setor, e por isso conseguem diferenciar produtos ou realizar mudanças para reduzir seus custos de produção”. E [...] “seguem rapidamente as empresas líderes e acompanham as mudanças na dinâmica de mercado que são impulsionadas pela concorrência setorial” (DE NEGRI *et alii*, 2011, p.21). No setor de MF, deve-se relativizar tal afirmação, pois como se verá, por um lado, a taxa de inovação entre essas empresas é pouco mais de 50%, 39 das 73 empresas, pois elas investem muito pouco em P&D, inovam mais em processo e empregam apenas 8% do total do pessoal ocupado em P&D do setor. Entretanto, por outro lado, a concentração de filiais estrangeiras entre as empresas seguidoras parece indicar que as mesmas utilizam de outras práticas inovativas para o desenvolvimento de produto, como o acesso ao conhecimento de suas matrizes, procedimento facilitado pelos serviços de telecomunicações.

**Tabela 31 - Indicadores de Comércio Exterior do Setor de Máquinas-Ferramenta, por Categoria de Empresa – 2005** (Em R\$ milhões e %)

Fluxo de Comércio	Tipo de empresa					
	Líderes		Seguidoras		Total	
	Valor (R\$ milhões)	%	Valor (R\$ milhões)	%	Valor (R\$ milhões)	%
Exportação	176,7	83%	35,8	17%	212,5	100%
Importação	75,6	48%	80,9	52%	156,5	100%
Saldo	101,1	181%	-45,1	-81%	56,0	100%
<b>Coefficiente de Exportação</b>	<b>28,3%</b>	<b>-</b>	<b>21,6%</b>	<b>-</b>	<b>19,8%</b>	<b>-</b>

Fonte: PIA, PINTEC, RAIS e SECEX *apud* Araújo, 2011, p.454.

As outras duas categorias de empresas são as emergentes e as frágeis. As primeiras não são exportadoras, mas investem continuamente em P&D ou possuem departamentos de P&D com mestres/doutores ocupados e/ou inovaram em produto novo para o mercado mundial. No setor encontram-se cinco empresas emergentes, todas nacionais, que gastaram cerca de 4,5% da receita líquida de vendas (RLV) com P&D interno e externo, mais que o dobro do P&D/RLV médio das empresas líderes, de 1,9%. As elevadas barreiras inovativas à entrada no setor justifica o maior esforço inovativo em P&D das empresas emergentes. Essas empresas são fortes candidatas a entrar no seletivo grupo de líderes, embora, por algum motivo, ainda paguem baixos salários.

As empresas frágeis integram as demais 77 firmas do setor e empregam cerca de um quinto do pessoal ocupado, apresentam produtividade menor e pagam baixos salários, mas mesmo assim apresentam taxa de lucro elevada.

## **7.2 A Mudança de Regime Tecnológico e Tendências Inovativas do Setor de Máquinas-Ferramenta a partir do Conceito de Sistema Setorial de Inovação (SSI)**

Antes de iniciar a análise, é conveniente fazer algumas observações em nível teórico-metodológico sobre a evolução da dinâmica inovativa e territorial de setores econômicos e industriais em nível sistêmico. **Na perspectiva neo-schumpeteriana e evolucionista, a inovação tem um caráter sistêmico, devido à geração de externalidades dinâmicas não apenas nas interações entre produtor-usuário, mas também a partir de outras dimensões amplas que afetam a geração e adoção de novas tecnologias, a organização da inovação e produção em nível setorial: o conhecimento, atores e redes, e instituições.** É apropriado

nesse caso trabalhar com o conceito de sistema setorial de inovação, pois, como ele próprio sugere, o centro da análise foca-se nos limites setoriais do conhecimento base, das tecnologias e insumos, empresas e instituições que usualmente não são fixos e que evoluem no decorrer do tempo.

A perspectiva de sistema setorial reconhece que as fronteiras nacional e regional/local importam em diferentes graus, dependendo do setor em consideração, devido a ligações e complementariedade entre artefatos, atividades e indivíduos (empresários, cientistas, clientes, etc.). O primeiro tipo de complementariedade refere-se à do tipo estático, como as ligações insumo-produto; as de segundo tipo são definidas por dinâmicas, como aquelas que ocorrem através da interdependência e *feedbacks*, *spillovers* de conhecimentos e externalidades tanto em nível da demanda quanto em nível da produção, e que são específicas ao contexto regional/nacional. (MALERBA, 2002).

Os setores industriais e os paradigmas tecnológicos são conceitos unidos na análise sistêmica, pois um paradigma tecnológico é, ao mesmo tempo, um artefato tecnológico e um conjunto de heurísticas. Estas envolvem o processo de busca da inovação como regras e mecanismos de seleção configurados em experiência e capacidades particulares para solução de problemas específicos, enquanto o artefato é o exemplar em processo de desenvolvimento a receber/incorporar a inovação. Nestes termos, o tipo e os limites do conhecimento base em nível setorial, as oportunidades inovativas, a cumulatividade do conhecimento e as condições e estratégias de apropriação das inovações em nível setorial traduzem as características de um regime tecnológico.

A emergência de um novo paradigma muda a trajetória e transforma os regimes tecnológicos setoriais. O regime tecnológico do setor de MF/CNC se revigorou, aumentando as oportunidades de investimento em novas tecnologias, mas o conhecimento base do setor também evoluiu para maior codificação, complexidade e maior integração com o conhecimento científico, ainda que caracterizado por conhecimento específico e aplicado. Por isso a mudança de paradigma determinou uma mudança na trajetória e no regime tecnológico do setor, ao elevar a necessidade de investimentos em P&D e revigorar as capacidades tecnológicas acumuladas das empresas com o novo conhecimento base mais integrado, sistêmico e complexo.

Em decorrência da profunda reestruturação e do rejuvenescimento tecnológico do setor de MF, o padrão de concorrência setorial e as estratégias competitivas foram em direção ao aumento do “teto” de gastos em P&D, frente à mudança do regime tecnológico do setor (com aumento das oportunidades e a mudança do conhecimento tecnológico base) e à

intensificação das relações produtor-usuário. Cada vez mais, as empresas envolvidas na inovação estão distantes do ambiente de aplicação real das MF, principalmente as indústrias de TI e *software*, e isso coincide com o crescimento da importância da ciência para o desenvolvimento de novos produtos. A necessidade de desenvolvimento da cooperação vertical é uma consequência das estratégias de terceirização (*outsourcing*), e a focalização de estratégias de centro de lucro e “*core competence*” do lado dos clientes leva à fragmentação da demanda e ao aumento dos riscos inerentes aos processos de inovação, que, junto com a diversidade de interesses, atua na diminuição da estabilidade das relações ou dos arranjos organizacionais (WENGEL; SHAPIRA, 2004). Segundo os autores, estes exemplos iluminam o fato de que, dentro desse arcabouço de mudanças amplas, há importantes variações locais:

The particular form of emerging sectorial innovation system in machine tools is influenced by location and by the particular innovation strategies of firms and the added value share of IT in machine tools is steadily increasing. In some companies there is already more software than mechanical engineers. Innovation is increasingly science-based in machine tools. New materials and laser technology, as well as the developments in ICT, microelectronics and micro-systems technology, are pushing changes in manufacturing equipment. Increasingly, new technologies on the horizon (such as dry processing, high-speed cutting, and cutting of hardened parts and near net shape manufacturing) seem to depend more on scientific research and the application of material sciences, simulation and modeling, and integrated software development. These technological developments can have major impacts on market shares between different types of machine tools, which mostly have quite specialized suppliers. The need to respond rapidly to customer needs, if not to anticipate those needs, also gives rise to closer relationships between producers and users in the development of specialized tools and in after-sales service, including training and teleservice. Yet, while in the past these relationships required close physical proximity, today at least some of these linkages can be maintained at a distance. (WENGEL; SHAPIRA, 2004, p.280-281).

Segundo Malerba (2002), a especialização e as relações específicas entre fabricantes e usuários de MF mostram que, em alguns casos, a interação produtor-usuário é mais importante que o P&D. Nesses casos, as ligações com os usuários através de pessoal qualificado “*on-the-job*” é bastante relevante. Da mesma forma, onde os produtos e as inovações estão intimamente relacionados aos processos e ao conhecimento incorporado em equipamentos, o conhecimento das pessoas se torna importante na prestação de serviços. O fator crítico para competitividade e inovação é a capacitação contínua do trabalhador através de treinamentos externos formais voltados para novas habilidades de engenharia. Os produtos

estão cada vez mais sendo modularizados e padronizados, enquanto os fornecedores de componentes estão envolvidos na inovação. *Clusters* regionais são muito importantes. Assim, a interação e os aprendizados produtor-usuários são localizados com repercussões para todos os produtores nacionais, enquanto as diferenças na estrutura da demanda geram diferenças internacionais na taxa e direção das novas tecnologias do setor de MF.

As características tradicionais e emergentes do sistema setorial de inovação de MF dos quatro países industriais produtores mais desenvolvidos, Alemanha, Itália, Estados Unidos e Japão, são mostradas no Quadro 1.

**Quadro 1 - Características Tradicionais e Emergentes do Sistema Setorial de Inovação em Máquinas-Ferramenta (Alemanha, Itália, Estados Unidos e Japão)**

Elementos	Tradicional	Emergente
Formas de ligações externas	Limitada, estável	Aberto, flexível
Escopo geográfico	Regional → nacional	Regional → internacional
Bases tecnológicas	Mecânico	Informação-intensiva
Desenvolvimento de produto	Incremental	Incremental → sistemática
Relações externas	Produtores ligados com usuários	Parceria de produtores, usuários e centros de pesquisa
Conhecimento base	Tácito	Tácito → codificado
Treinamento	Variado	Variado → interno mais externo
Forma societária	Individual, família	Individual → grupos societário (multinacional limitada)
Organização do trabalho	Colaboração interna informal	Cooperação externa e formalizada
Entrantes	Barreiras técnicas moderadas	Altas barreiras inovativas à entrada
Demanda	Cíclica	Cíclica
Política	Políticas setoriais nacionais	Regional, nacional – política de inovação Europeia genérica

Fonte: Wengel; Shapira, 2004, p.280.

Frente à tradicional base tecnológica mecânica, tem-se emergido atualmente uma base mais informação-intensiva. As relações externas emergem como mais abertas e flexíveis, a organização do trabalho tende a ser mais cooperativa e formalizada, e o espaço geográfico do sistema de inovação setorial tende a atuar no âmbito regional/internacional. Por outro lado, a característica tácita tradicional do conhecimento base setorial emerge atualmente em um tipo de conhecimento mais codificado. As interações entre produtores de MF com seus clientes mais próximos ficaram mais sistemáticas, exigindo projetos e desenhos específicos, principalmente no caso de MF especiais, em que, algumas vezes, podem requerer mais de um fabricante, e/ou relações com centros de pesquisa/universidade. Por isso, o desenvolvimento de produto é incremental e sistemático.

Para construção do quadro, Wengel e Shapira (2004) partiram da reunião de exemplos e estudos de caso entre fabricantes desses países, envolvendo a mudança tecnológica e as relações estabelecidas pelos produtores em diversas instâncias. O objetivo dos autores foi ilustrar que o sistema de inovação da indústria de MF está passando por mudanças, enquanto ao mesmo tempo novos relacionamentos estão começando a aparecer. O SSI do setor de MF no passado era caracterizado por ser fechado, regional e nacional e configurado por base tecnológica principalmente mecânica. As inovações eram mais incrementais, os produtores estavam ligados a usuários e o conhecimento base do setor era predominantemente tácito. Atualmente, o contorno do SSI emergente aparece como mais aberto e flexível, ocorrem mais parcerias estratégicas, e atuação das empresas ocorrem em âmbito regional e internacional, com base em novas tecnologias informação-intensivas, aumento das parcerias e ligações entre centros de pesquisa, produtores e usuários e um conhecimento base mais codificado, que possibilita ou facilita a manutenção de interações e relações à distância.

### 7.3 A Dinâmica Inovativa no Setor de Máquinas-Ferramenta: Esforços Tecnológicos e Atividades Inovativas, Cooperação e Apropriação dos Lucros da Inovação

O objetivo deste item é investigar a dinâmica inovativa das empresas no setor de MF através dos seus esforços inovativos e o que motiva tais esforços: os lucros da inovação. Visa mostrar um quadro de como as empresas se capacitam tecnologicamente através de rotinas ou processos de aprendizagem internos e a partir de interações externas, para alimentarem seus processos inovativos. Mecanismos de aprendizagem são rotinas e heurísticas que capacitam as empresas para renovação e acumulação de novos conhecimentos e práticas, como a P&D. A atividade de P&D é a principal forma de criação e absorção de conhecimentos dos tipos *know-why*, *know-what* e *know-how*, os principais insumos para o tratamento e processamento de informações para a capacitação tecnológica e para o empreendimento dos processos inovativos no setor de MF. Neste sentido, se sobressai o conhecimento *know-how* que possibilita a criação de capacidade, habilidade, práticas, e outros elementos importantes para ocorrência da mudança tecnológica. Nestes termos, os processos inovativos são considerados estratégicos pelas empresas, em ações voltadas para a construção de vantagens competitivas dinâmicas.

A Tabela 32 mostra que 99 das 181 empresas do setor, ou 55% das mesmas, inovaram em 2005. Como esperado, pela própria metodologia de categorização das empresas,

as 26 empresas líderes foram 100% inovadoras, assim como as cinco empresas emergentes. Já entre as 73 empresas identificadas como seguidoras, apenas 39 ou cerca de 53% do total inovaram em 2005, enquanto entre as 77 empresas frágeis, apenas 29 empresas ou 38% das mesmas realizaram inovações. Essas informações sobre as atividades tecnológicas corroboram a hipótese de que as empresas que inovam mais em produto e processo e investem uma maior porcentagem em P&D/RLV são mais exportadoras, apropriam-se de preço prêmio e têm melhores desempenhos produtivo e competitivo.

**Tabela 32 - Taxa e Tipos de Inovação no Setor de Máquinas-Ferramenta, por Categoria de Empresas – 2005** (nº e % das empresas)

Indicador	Tipo de empresa				
	Líderes	Seguidoras	Emergentes	Frágeis	Total
<b>Nº de Empresas</b>	<b>26</b>	<b>73</b>	<b>5</b>	<b>77</b>	<b>181</b>
Nº de inovadoras	26	39	5	29	99
	100%	53%	100%	38%	55%
Inovações de produto	26	22	5	19	72
	100%	30%	100%	25%	40%
Produto novo para o mercado	24	0	1	0	25
	92%	0%	20%	0%	14%
Produto novo para o mercado internacional	1	0	1	0	2
	4%	0%	20%	0%	1%
Inovações de processo	10	24	1	29	64
	38%	33%	20%	38%	35%
Inovação de processo novo para o mercado	4	2	0	0	6
	15%	3%	0%	0%	3%

Fonte: PIA, PINTEC, RAIS e SECEX *apud* Araújo, 2011, p.465.

Chama atenção o fato de que 14% das empresas do setor inovaram em produto novo para o mercado e apenas 3% realizaram inovações de processo novo para o mercado. A totalidade (100%) das empresas líderes, assim como 100% das empresas emergentes do setor de MF, realizaram inovações de produto em 2005. Note-se que 92% das empresas líderes inovaram ofertando produto novo para o mercado nacional e apenas uma empresa, ou 4%, inovou em produto novo para o mercado internacional.

Esse comportamento mostra que as capacidades tecnológicas das empresas líderes estão voltadas para a adaptação de produto visando o mercado interno. Da mesma forma, cerca de 38% (10 das 26) das empresas líderes realizaram inovações de processo em 2005, enquanto cerca de 15% realizaram inovações de processo novo para o mercado.



Segundo informações da Tabela 33, que mostra o esforço inovativo para o empreendimento de inovações, as empresas líderes gastaram em P&D interno mais de 50% dos gastos totais em atividades inovativas e ocupam 82% do pessoal de P&D do setor. As firmas líderes deste segmento investem 1,9% da RLV em P&D interno e externo, número próximo a Itália, França e Espanha, mas distante do nível alemão, de 3,6% (ARAÚJO, 2011, p.466). A atividade em P&D é a principal forma de criação e absorção de conhecimentos dos tipos *know-why*, *know-what* e *know-how*, os principais insumos para o tratamento e processamento de informações para a capacitação tecnológica e para o empreendimento dos processos inovativos no setor de MF.

**Tabela 33 - Esforço Inovativo para a Inovação no Setor de Máquinas-Ferramenta, por Categoria de Empresas – 2005** (Em R\$ milhões e % )

Indicador	Tipo de empresa				Total
	Líderes	Seguidoras	Emergentes	Frágeis	
Nº de Inovadoras	26	39	5	29	99
Receita líquida de Vendas (RLV)	1.492	1.273	50	122	2.836
Gastos em atividades inovativas e (% da RLV)	52 3,5%	19 1,6%	12 25%	0 0%	84 3%
Gastos em P&D interno e externo (% da RLV)	28 1,9%	1 0,1%	2 4,5%	0 0%	31 1,1%
% do Pessoal ocupado em P&D	82%	8%	10%	0%	100%

Fonte: PIA, PINTEC, RAIS e SECEX *apud* Araújo, 2011, p.467.

Conforme referido anteriormente, **nas décadas de 1980 e 1990, respectivamente a mudança de paradigma e crise e a reestruturação contribuíram para o aumento do grau de concentração e consolidação tecnológica das empresas líderes do setor.** De fato, em 2002 e 2003 a Romi S/A gastou em média cerca de R\$ 16,6 milhões em P&D, aproximadamente 5,8% de sua Receita Operacional Líquida, o que correspondeu a pouco mais que 50% dos investimentos em P&D do setor.

As empresas seguidoras, por outro lado, apresentam um comportamento distinto quanto aos seus esforços tecnológicos para a realização de processos inovativos visando à inovação. Apenas 22, ou 30% das 73 empresas classificadas como seguidoras, realizaram inovações de produto em 2005, enquanto cerca de 33% delas realizaram inovações de processo novo para a empresa. Essas empresas gastaram 1,9% da RLV em atividades

inovativas, mas apenas 0,1% em P&D/RLV. As 75% das empresas estrangeiras identificadas como seguidoras, (12 no total), realizam outros procedimentos e esforços tecnológicos comparativamente às líderes para realização da atividade inovativa.

A Tabela 34 mostra informações sobre o volume e a distribuição percentual dos gastos em atividades inovativas no setor de MF, por categoria de empresas. As empresas líderes concentram mais de 50% dos gastos inovativos em P&D interno, enquanto as seguidoras apenas 4,4%. A aquisição de máquinas e equipamentos é a principal atividade inovativa das empresas seguidoras e representou cerca de 78% do total dos gastos em atividades inovativas, possivelmente o motivo que explique a realização de inovações de processo e de produto já analisado (Tabela 32).

Já para as empresas líderes, as aquisições de máquinas e equipamentos corresponderam a apenas 10,2% de seus gastos com atividade inovativa em 2005, e que possivelmente implicaram nas inovações de processo novo para o mercado. **Estas características parecem indicar que as empresas seguidoras adotam relativamente mais inovações de processo e utilizam-se do conhecimento incorporado para buscar acompanhar as líderes que investem mais em P&D.**

Adicionalmente, registra-se também que as empresas líderes e seguidoras distribuíram seus gastos com aquisição de P&D externo, treinamentos e projeto industrial de forma análoga. Com o conhecimento mais codificado em nível setorial, os treinamentos podem visar a novas qualificações dos trabalhadores. Quanto aos gastos com a introdução de inovações (por exemplo, com pesquisa e testes, publicidade, lançamento e comercialização de novo produto, *marketing*), as empresas líderes destinaram 7,8%, enquanto as seguidoras apenas 0,8%.

**As empresas frágeis apresentam atividades tecnológicas formais restritas.** As firmas seguidoras e frágeis do setor de MF podem concentrar uma proporção maior de empresas que fabricam MF para deformação de metais, e/ou atuarem em segmentos de mercado em que a revolução tecnológica não provocou uma descontinuidade profunda na característica/uso do artefato.

Já entre as empresas emergentes, apenas uma realizou, em 2005, inovações de produto novo para o mercado interno, enquanto outra empresa (ou a mesma) realizou inovação de produto para o mercado externo, o que representou 20% das empresas nos dois casos. Os gastos em atividades dessas empresas também estão concentrados em aquisição de máquinas e equipamentos, cerca de 80% do total, enquanto os gastos em P&D mostram-se em 2005 também elevados, com 17% do total, que representaram 4,5% da RLV da categoria. As

empresas emergentes também realizaram gastos em introdução de inovações, 1,2%, como em *marketing* etc.

**Tabela 34 - Volume e Distribuição Percentual dos Gastos em Atividades Inovativas no Setor de Máquinas-Ferramenta por Categoria de Empresas –2005 (Em R\$ milhões e %)**

Indicador	Tipo de empresa				
	Líderes	Seguidoras	Emergentes	Frágeis	Total
<b>Nº de Empresas</b>	<b>26</b>	<b>73</b>	<b>5</b>	<b>77</b>	<b>181</b>
<b>Nº de inovadoras</b>	<b>26</b>	<b>39</b>	<b>5</b>	<b>29</b>	<b>99</b>
	100%	53%	100%	38%	55%
Gastos em atividades inovativas (R\$ milhões)	52,1	19,1	12,4	0	83,7
	100%	100%	100%	100%	100%
Gastos em P&D interno	26,4	0,8	2,2	0,0	29,5
	50,7%	4,4%	17,7%	0%	32,2%
Gastos em P&D externo	1,3	0,4	0,1	0,0	1,7
	2,4%	2,0%	0,5%	0%	2,0%
Aquisição de outros conhecimentos	6,1	0,8	0,0	0,0	7
	11,8%	4,3%	0%	0%	8,3%
Aquisição de máquinas e equipamentos	10,2	15,0	10,0	0,0	35,2
	19,5%	78,5%	80,6%	0%	42,0%
Treinamentos	1,7	0,7	0,0	0,0	2,4
	3,2%	3,9%	0%	0%	2,9%
Gastos em introdução de inovações	4,1	0,2	0,2	0,0	4,4
	7,8%	0,8%	1,2%	0%	5,2%
Projeto industrial	2,4	1,2	0,0	0,0	3,6
	4,7%	6,2%	0%	0%	4,3%

Fonte: PIA, PINTEC, RAIS e SECEX *apud* Araújo, 2011, p.474-475.

No entanto, não se pode deixar de registrar que, se as compras de novas MFs permitem aos próprios fabricantes de MF um salto tecnológico, o reduzido esforço de P&D das empresas seguidoras, e principalmente das empresas frágeis, e o baixo esforço próprio no sentido de adaptar e aperfeiçoar a tecnologia adquirida - excluindo as empresas estrangeiras seguidoras que buscam conhecimentos de outras empresas do grupo - fazem com que essas empresas tenham um conhecimento limitado e parcial de seus próprios processos produtivos, sem falar na baixa flexibilidade para adaptação da tecnologia às especificidades locais e às tendências da demanda.

Deve-se ressaltar que uma das características do setor é a de que as próprias inovações de produto implicam a possibilidade de utilizá-lo como inovações de processo pela empresa. Noutras situações, pode-se requerer que inovações de processo sejam necessárias

para fabricação econômica de um produto novo. Para o setor de MF, “o avanço na direção de produtos mais sofisticados e precisos, depende de se contar com equipamentos melhores. Num ambiente em que as empresas imitam as máquinas que utilizam, fica difícil determinar se a mudança tecnológica de produto antecedeu ou foi consequência da mudança tecnológica de processo. O fato é que ambas estão interligadas”. (CRUZ, 1985, p.92).

É comum no setor de MF, justamente por conta de sua dinâmica inovativa e pelas estratégias tecnológicas e produtivas das empresas, a aquisição de outros conhecimentos, tais como softwares, licenças ou acordos de transferência de tecnologias, utilização de patentes, marcas, segredos industriais etc. As empresas líderes destinaram em 2005 cerca de 12% de seus gastos inovativos na aquisição dessas outras formas para absorção de tecnologia e conhecimentos, enquanto as empresas seguidoras investiram apenas 4%. Como as líderes investem em P&D, mostram-se mais capazes de utilizar o licenciamento de forma a complementar a sua linha de produtos oferecida e a absorção de novos conhecimentos, combinado desenvolvimento próprio de tecnologia e licenciamento externo. **Isso pode indicar que essas empresas estão mais aptas para adaptar e aperfeiçoar a tecnologia aos recursos disponíveis e os mercados internos e externos visados. Tais características correspondem, em linhas gerais, às estratégias tecnológicas das empresas líderes e ao ganho tecnológico e social com a produção local do artefato tecnológico.** Todavia, como já notava Vermulm (1996, p.57), “no caso do Brasil, pode-se dizer que todas as empresas do setor participam da difusão de tecnologias desenvolvidas em outros países. Nesses termos, não existem empresas realmente inovadoras no Brasil, quando se considera a existência do setor no plano mundial”. Mas, como o próprio autor também admite, as empresas que seguem estratégia de liderança “não esperam a demanda sinalizar a necessidade de mudança técnica dos seus produtos; pelo contrário, estas empresas “criam” mercado para novos produtos”. (p.58-59).

A Tabela 35 mostra as relações de cooperação para inovação no setor de MF. Estas informações já mostram algumas características do sistema de inovações do setor. Chama a atenção o caráter restrito da cooperação entre empresas e outras instituições para o empreendimento de processos que resultem em inovações. Apenas 8% das 99 empresas inovadoras recorrem a acordos de cooperação com a finalidade de desenvolver inovações. A concentração da cooperação ocorreu apenas em 26% das empresas líderes e 3% das empresas seguidoras. Entre as líderes, a cooperação para a inovação concentra-se com os clientes, 22%; fornecedores, 19%; e universidades, 11%. Isso não quer dizer que a cooperação esteja restrita às maiores empresas. Firms de todos os portes podem cooperar e interagir para inovar.

**Tabela 35 – Relações de Cooperação para Inovação no Setor de Máquinas-Ferramenta, por Categoria de Empresas – 2005 (nº e % das empresas inovadoras)**

Indicador	Tipo de empresa				
	Líderes	Seguidoras	Emergentes	Frágeis	Total
Acordos de cooperação	7 26%	1 3%	0 0%	0 0%	8 8%
Com clientes e consumidores	6 22%	0 0%	0 0%	0 0%	6 6%
Com fornecedores	5 19%	1 3%	0 0%	0 0%	6 6%
Com outras empresas do grupo	1 4%	0 0%	0 0%	0 0%	1 1%
Com universidade/centro de capacitação	3 11%	0 0%	0 0%	0 0%	3 3%
<b>Total de empresas inovadoras</b>	<b>26</b> <b>100%</b>	<b>39</b> <b>100%</b>	<b>5</b> <b>100%</b>	<b>29</b> <b>100%</b>	<b>99</b> <b>100%</b>

Fonte: PIA, PINTEC, RAIS e SECEX *apud* Araújo, 2011, p.479.

Informações qualitativas sugerem que há cooperação entre algumas empresas e universidades, especialmente com a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), a Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) e o Instituto Tecnológico Aeronáutico (ITA), importantes instituições do sistema de inovação brasileiro e paulista (QUADROS *et alii*, 2000). **A cooperação com clientes pode sugerir que algumas empresas realmente atuam em consonância às características tecnológicas estilizadas do setor, em que a relação produtor-usuário geralmente resulta em desenvolvimento tecnológico do artefato, o mesmo resultado esperado com a co-operação com fornecedores, a partir do compartilhamento de informações e conhecimentos sobre novos insumos, componentes e processos para o desenvolvimento de atividades inovativas.**

A Tabela 36 complementa traz algumas informações que esclarecem um pouco mais sobre a dinâmica inovativa e as características do sistema setorial de inovações. A relação mostra, em cada tipo de empresas, o número delas que atribuem alta importância às fontes de informação interna e externa para os processos de aprendizados voltados para a inovação. Cabe destacar que as fontes internas são mais ligadas a rotinas formais e canais institucionais das empresas voltados para a gestão do processo inovativo, produção e usuário/vendas, enquanto as fontes externas resultam de interações mais informais, mas extremamente relevantes. Ademais, as empresas que atribuem alta importância para as fontes de informações internas indica a institucionalização de procedimentos e rotinas organizacionais específicas

para coleta e processamento dessas informações, visando, entre outros objetivos, a associação da experiência ou *know-how* de clientes a projetos de produto novo e/ou melhorias significativas de produtos. O tratamento e processamento de informações dos processos inovativos geram aprendizados e conhecimentos que podem ser adicionados e acumulados às capacidades tecnológicas das empresas do setor de MF: em expressão ao mecanismo de aprendizagem *learning-by-using* dos usuários, particularmente aos problemas não detectados, nível de qualidade existente e possibilidades de uso e melhoramento, os mesmos podem propor mudanças nos produtos. De forma geral, os fabricantes de MF buscam acessar *know-how*, *know-what* e *know-why*, visando, entre outros objetivos, absorção de conhecimento e assimilação de informações com os *learning-by-doing* e *learning-by-using* gerados a partir da experiência, ou *know-how* de usuários e fornecedoras através do *learning-by-interacting*, relacionados à realização de projetos de produto novo e/ou melhorias significativas de produtos e processos. Portanto, **ao gerar inovações e aprendizados, a P&D constitui-se na principal forma de criação e heurística para absorção de conhecimentos dos tipos *know-why*, *know-what* e *know-how*. Dessa forma, estruturam-se informações e acumulam-se capacidades na forma de conhecimento codificado, como o produto novo, patentes, segredos industriais etc. Tal codificação permite que o conhecimento seja armazenado, apropriado, manipulado, reproduzido, com a possibilidade de ser transmitido e vendido.**

Apenas 11 das 99 empresas inovadoras, atribuíram alta importância do departamento de P&D para a inovação, concentrando-se entre oito das empresas líderes inovadoras, 30%, duas das empresas seguidoras, 5%, e uma empresa emergente inovadora, ou 20% delas. Em complemento, registram-se entre os fabricantes de MF com dez ou mais pessoas ocupadas, que a “grande maioria das empresas (80%) realizou P&D apenas ocasionalmente. Isto provavelmente ocorreu em momentos de renovação de suas linhas de produtos. Somente 20% dos fabricantes de máquinas-ferramenta afirmaram investir permanentemente em atividades de pesquisa e desenvolvimento”. (ARRUDA; VERMULM; HOLANDA, 2006, p.29).

Entre as empresas líderes inovadoras, portanto, 30% atribuem alta importância ao departamento de P&D para a inovação, enquanto outros 30% atribuem alta importância a outras áreas, representadas de forma conjunta pelas áreas de produção, vendas e *marketing*, serviços de atendimento e assistência técnica ao usuário. Por outro lado, 28% das empresas seguidoras inovadoras atribuíram alta importância das informações dessas outras áreas, e também 17% das empresas frágeis inovadoras.

**Tabela 36 - Número de Empresas Inovadoras que Consideram Altamente Importante as Fontes de Informação para a Inovação no Setor de Máquinas-Ferramenta, por Categoria de Empresas – 2005 (nº e % das inovadoras)**

Indicador	Tipo de empresa				Total
	Líderes	Seguidoras	Emergentes	Frágeis	
<b>Nº de inovadoras</b>	26	39	5	29	99
<b>Fontes internas à empresa</b>					
Departamento de P&D	8 30%	2 5%	1 20%	0 0%	11 11%
Outras áreas	8 30%	11 28%	0 0%	5 17%	24 24%
<b>Fontes externas à empresa</b>					
Clientes e consumidores	17 63%	17 44%	4 80%	19 66%	57 57%
Fornecedores	13 48%	13 33%	1 20%	24 83%	51 51%
Concorrentes	6 22%	5 13%	0 0%	29 100%	40 40%
Outras empresas do grupo	1 4%	4 10%	0,0 0%	0,0 0%	5 5%
Instituições de testes	3 11%	0 0%	0,0 0%	0,0 0%	3 3%
Aquisição de licença	1 4%	3 8%	0,0 0%	0,0 0%	4 4%
Centro de capacitação	0 0%	4 10%	0,0 0%	0,0 0%	4 4%
Empresa de consultoria	3 11%	5 13%	0,0 0%	0,0 0%	8 8%
Universidade	3 11%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	3 3%
<b>Total de empresas inovadoras</b>	<b>26 100%</b>	<b>39 100%</b>	<b>5 100%</b>	<b>29 100%</b>	<b>99 100%</b>

Fonte: PIA, PINTEC, RAIS e SECEX *apud* Araújo, 2011, p.486.

De forma complementar, as fontes de informação externa para a inovação da empresa são assimiladas através de processos de aprendizados tecnológicos formais e informais. Destaca-se que 57% das empresas de MF inovadoras conferem alta importância para a inovação às informações dos clientes, da mesma forma que 51% atribuem alta importância para as informações dos fornecedores e 40% dão grande importância das informações sobre o que os concorrentes estão fazendo. Enquanto as informações dos usuários e fornecedores são importantes para todos os tipos de empresas inovadoras,

evidenciando, por exemplo, que o fornecedor está envolvido, mesmo que informalmente, na inovação, a alta importância das informações sobre os concorrentes aparecem importantes para 100% das empresas inovadoras frágeis, o que pode indicar a estratégia estritamente passiva deste grupo de empresas, inovativa tradicional e oportunista conforme tipologia de Freeman (1975) e Freeman e Soete (2008). Já as empresas inovadoras emergentes atribuem nenhuma importância para as informações de concorrentes, o que sugere nichos de mercado sob encomenda e que requerem capacidades tecnológicas específicas, tal a importância atribuída às informações de clientes para cerca de 80% das emergentes.

Já as empresas inovadoras líderes e seguidoras atribuíram alta importância a um espectro maior de informações para a inovação. Para 10% das empresas seguidoras inovadoras, são altamente importantes as informações de outras empresas do grupo. Outras fontes de informação relevantes para a inovação dessas empresas são: empresas de consultoria, para 13% delas; centros de capacitação, para 10%; e aquisição de licenças, para 8% das mesmas. Já para as empresas inovadoras líderes, aparecem empatados com 11% como altamente importantes para a inovação as fontes de informação da universidade, das empresas de consultoria e instituições de testes e certificações; o licenciamento, para 4%.

A concentração de filiais estrangeiras entre as seguidoras indica que as mesmas recorrem aos conhecimentos de suas matrizes como prática inovativa relevante para a realização de inovações e desenvolvimento de produto, assim como para uma empresa estrangeira líder. **Pode-se inferir que as líderes que cooperam e investem em P&D e as estrangeiras seguidoras que buscam conhecimento das matrizes sejam as mais agressivas em suas estratégias tecnológicas e também as mais competitivas do setor.**

Portanto, para esse grupo de empresas citadas ratifica-se a hipótese de que a acumulação de capacidades tecnológicas e competitivas dinâmicas do setor de MF de introduzir inovações de produto depende, destarte, de fortes interações (*learning by interacting*) com seus clientes (necessidades de desenvolvimento tecnológico e melhoramento de performances); uma eficiente rede de fornecedores especializados, serviço de pós venda e assistência técnica no país e inclusive no exterior; da capacidade de criação, absorção e apropriação de novos conhecimentos a partir de gastos em P&D (*learning by searching*), licenciamento e patentes; imitação e acesso a outras informações e capacidades de seus concorrentes (*learning by inter-industry spill-overs*); e estreito relacionamento com universidades e ciência e tecnologia (pesquisa básica e aplicada), instituições de testes e certificações e consultorias (*learning by from advances in S&T*). Há outro grupo de empresas com dinâmica inovativa distinta, o qual será discutido nas seções posteriores.



A Tabela 37 mostra as estratégias de apropriação dos resultados dos processos inovativos que geraram as inovações em 2005 por tipo de empresa no setor de MF. A utilização da marca ou da confiança transmitida pela marca é a principal estratégia de apropriação dos lucros da inovação de forma privada para 41% das empresas inovadoras. As inovações geram novos e melhores produtos com encadeamento virtuoso no mercado na medida em que contribuem para gerar maior faturamento e para fixar marca no mercado. Nestes termos, 58% das empresas líderes inovadoras, 54% das seguidoras inovadoras e 100% das emergentes inovadoras confiam à marca a principal forma de apropriação dos lucros com a inovação.

**Tabela 37 - Estratégias de Apropriação dos Lucros da Inovação no Setor de Máquinas-Ferramenta, por Categoria de Empresas – 2005 (nº e % das empresas inovadoras)**

Indicador	Tipo de empresa				
	Líderes	Seguidoras	Emergentes	Frágeis	Total
<b>Nº de inovadoras</b>	<b>26</b>	<b>39</b>	<b>5</b>	<b>29</b>	<b>99</b>
Utilizou patentes de invenção	6 23%	5 13%	1 20%	0 0%	12 12%
Utilizou patentes de modelo de utilidade	0 0%	3 7%	1 20%	0 0%	4 4%
Utilizou registro de desenho industrial	0 0%	2 5%	1 20%	0 0%	3 3%
Utilizou marcas	15 58%	21 54%	5 100%	0 0%	41 41%
Utilizou complexidade no desenho	1 4%	5 12%	0 0%	0 0%	6 6%
Utilizou segredo industrial	4 15%	3 9%	0 0%	0 0%	7 7%
Utilizou tempo de liderança	3 12%	1 3%	0 0%	0 0%	4 4%
Solicitou depósito de patentes no exterior	3 12%	0 0%	0 0%	0 0%	3 3%
Dispões de patentes no exterior	6 23%	4 9%	0 0%	0 0%	10 10%
<b>Total de empresas inovadoras</b>	<b>26 100%</b>	<b>39 100%</b>	<b>5 100%</b>	<b>29 100%</b>	<b>99 100%</b>

Fonte: PIA, PINTEC, RAIS e SECEX *apud* Araújo, 2011, p.499.

A segunda forma de apropriação dos ganhos com a inovação foi através da solicitação de patentes de invenção, que é motivada para resguardar os direitos de uma nova solução para problemas técnicos – ou seja, protegê-la de imitações. Cerca de 12% das

empresas de MF inovadoras solicitaram patentes de invenção, com destaque para 23% das empresas líderes e 13% das empresas seguidoras inovadoras. Já se a empresa dispõe de patentes no exterior em 2005, 23% das líderes e 9% das seguidoras inovadoras apropriaram-se no passado de inovações dessa forma. Em 2005, 12% das empresas líderes também solicitaram depósito de patentes no exterior. Ademais, note-se que no caso das empresas seguidoras inovadoras, 12% utilizaram complexidade no desenho, 7% fizeram uso de patentes de modelo de utilidade e 5% registraram desenho industrial. A solicitação de patentes de modelo de utilidade e registro de desenho industrial geralmente é requerida por empresas estrangeiras buscando bloquear a cópia do produto.

É comum também no setor a estratégia de apropriação por segredo industrial, tempo de liderança e *lead-time* diante dos concorrentes. Entre as empresas líderes inovadoras, cerca de 15% utilizaram segredo industrial, 12% o tempo de liderança - associado a capacidades e rapidez para inovar -, e apenas 4% utilizou em 2005 a complexidade do desenho para apropriação dos ganhos da inovação.

**Um núcleo tecnológico importante, portanto, constituído de poucas empresas líderes e fabricantes estrangeiros inovadores (líderes e seguidores) têm capacidades inovativas dinâmicas de desenvolverem processos de aprendizagem tecnológicos constantes e rotineiros (P&D) voltados para as inovações, como a diferenciação de produto e inovações de processos, e buscam trabalhar com economias de escala e maior eficiência produtiva.** Nestes termos, estruturam-se informações e acumulam-se capacidades tecnológicas e produtivas na forma de conhecimento tácito (*know-how*), enraizados nas pessoas e organização, e codificado (*know-why* e *know-what*), como patentes, segredos industriais, etc. Tal codificação permite que o conhecimento seja armazenado, apropriado, manipulado, reproduzido, com a possibilidade de ser transmitido e cedido/vendido.

Como visto, os fabricantes de MF estrangeiros focam na produção de prensas, máquinas de estação múltipla e centros de usinagem para as corporações multinacionais, e as companhias locais produzem tornos CNC e centros de usinagem atualizados para empresas locais. A partir desses atributos e de outras heurísticas esse núcleo de empresas líderes, assim como das empresas estrangeiras líderes e seguidoras, apresentam-se mais competitivas, pois exportam com preço prêmio, têm maior produtividade, pagam salário médio mais elevado, e dominam o mercado interno de MF. Há exceções, é claro, nessa segmentação estilizada, pois as estrangeiras que produzem MF seriada ou por lote, ou mesmo empresas que produzem por encomenda, focam em nichos de mercado, assim como podem fazer outras empresas líderes,

seguidoras e emergentes, que, a partir mesmo da interação com o usuário e/ou outras atividades inovativas busquem o desenvolvimento de tecnologia específica.

**Portanto, a heterogeneidade competitiva têm como causa básica a heterogeneidade tecnológica quanto aos distintos esforços inovativos e aprendizados tecnológicos entre os fabricantes de MF para o empreendimento da inovação.** A capacidade acumulada de pesquisa e desenvolvimento de produto através de simulações, modificações e adaptações expressas na forma de conhecimento tácito (*know-how*), enraizados nas pessoas e organização, e codificado (*know-why* e *know-what*), como patentes, segredos industriais, também permite à empresa assimilar e se apropriar do conhecimento de forma privada. O melhor desempenho produtivo e inovativo das empresas que realizaram esforços tecnológicos e aprendizado em P&D antes e após a abertura econômica parecem confirmar a hipótese da teoria neoschumpeteriana, de que a cumulatividade do conhecimento das empresas através de seus processos intencionais de aprendizados de busca, desenvolvimento e inovação lhes abastecem de capacidades dinâmicas para enfrentarem um regime tecnológico superior e em evolução, ainda que as inovações sejam mais de ordem incremental nos últimos anos. A reorganização e a busca de eficiência produtiva do setor também foram importantes no novo regime de concorrência advindo da abertura. A acumulação de capacidades tecnológicas dinâmicas pelas empresas em investimentos em P&D geram inovações e aprendizados tecnológicos, os quais são incorporados às rotinas das empresas e se tornam os principais insumos para o tratamento e processamento de informações para acumulação de novas capacidades tecnológicas e para o empreendimento dos processos inovativos no setor de MF visando à inovação.

A inovação tem um caráter sistêmico, devido às interações sistemáticas entre produtor e usuário e à geração de externalidades dinâmicas a partir de outras dimensões amplas, como o conhecimento, atores e redes e instituições que afetam a geração e adoção de novas tecnologias, a organização da inovação e produção em nível setorial. A interação e os aprendizados produtor-usuários são localizados em aglomerações industriais regionais com repercussões para todos os produtores nacionais, enquanto as diferenças na estrutura da demanda geram diferenças internacionais na taxa e direção das novas tecnologias do setor de MF. A justificativa para as considerações sobre as características das atividades inovativas dos usuários de uma perspectiva do sistema setorial de inovação e produção é a de que a emergência e a transformação da demanda desempenham um papel fundamental na dinâmica e na evolução dos sistemas setoriais, pois a demanda é composta por agentes heterogêneos que interagem de várias maneiras com os produtores.

#### 7.4 Características das Atividades Inovativas dos Usuários de Máquinas-Ferramenta e Sistema Setorial de Inovações

A estrutura da demanda e as capacidades tecnológicas dos usuários de MF são cruciais às empresas de MF, visto que a sofisticação da primeira é fundamental para “qualidade” da interação e o desenvolvimento tecnológico do artefato. Compradores nacionais sofisticados de bens de capital podem ter uma forte influência nos padrões de inovação, dado o papel importante dos usuários no desenvolvimento, experimentação e modificação desses bens. A proximidade geográfica com ofertantes locais através da compra preferencial possibilita fluxos de informações, conhecimentos tácitos e habilidades. Portanto, não apenas o tamanho da demanda é importante, mas também sua estrutura e seu nível de sofisticação.

A estrutura do mercado e o desempenho tecnológico são gerados de maneira endógena por três grupos de determinantes fundamentais: a estrutura da demanda, a natureza e solidez das oportunidades de avanço tecnológico e a habilidade das empresas para apropriar-se dos lucros da inversão privada em P&D. (DOSI; PAVITT; SOETE, 1993, p.103).

Em uma economia de mercado, a taxa e direção do progresso técnico em qualquer setor depende de três características: primeiro, as fontes e natureza das oportunidades tecnológicas; segundo, a natureza dos requerimentos dos usuários e, de maneira mais geral, dos mercados reais e potenciais; e terceiro, as possibilidades para os inovadores exitosos de apropriar-se de uma proporção suficiente dos benefícios de suas atividades inovadoras para justificar o esforço de pesquisa investido nestas atividades. (p.106).

Pela posição central que o setor de MF ocupa nas cadeias produtivas e no sistema de inovação industrial, as inovações de produto do setor são inovações de processo para as empresas do complexo eletrometal-mecânico e de outros setores, como fornecedores da cadeia aeronáutica e equipamentos médicos e odontológicos por exemplo. As indústrias eletrometal-mecânicas englobam tanto os segmentos que se dedicam à produção e à transformação de metais, onde se destacam tanto produtores de bens e serviços intermediários (fundições, forjarias, oficinas de corte, usinagem etc.), quanto segmentos cujos estabelecimentos são produtores de bens finais (eletrodomésticos, equipamentos e maquinarias, veículos, material de transporte e elétrico). Segundo a categoria de uso dos produtos, os bens finais podem ser os de consumo duráveis, ou os bens de capital.

Estes últimos compreendem atividades e empresas que se relacionam com todos os outros setores da economia, fornecendo máquinas e equipamentos. Dada esta característica,

sua importância é vital para a incorporação do progresso técnico pela economia como um todo. Já exemplos de bens de consumo duráveis vão desde eletrodomésticos às montadoras de automóveis.

A Tabela 38 mostra informações sobre a taxa e os tipos de inovação na indústria de transformação e em outros âmbitos selecionados que possivelmente representam a maior proporção dos setores demandantes de MF. Estes setores manufatureiros cobrem, considerando apenas as atividades que trabalham com metal, as categorias das indústrias de média-alta e alta intensidades tecnológicas da classificação da OECD, com exceção à fabricação de produtos de metal, que é considerada de média-baixa intensidade tecnológica<sup>90</sup>.

**Tabela 38 – Taxa e Tipos de Inovação na Indústria de Transformação e Setores Usuários de MF Selecionados - 2005** (% das empresas do setor)

Setores industriais	Empresas que implementaram inovações de							Total de empresas
	Empresas inovadoras	Produto	Produto novo para a empresa	Produto novo para o mercado nacional	Processo novo para a empresa	Processo novo para o mercado nacional		
Indústria de transformação	33,6	19,8	16,9	3,3	27,0	25,6	1,7	89.205
Fabricação de produtos de metal	31,1	17,5	15,0	2,7	25,5	24,4	1,2	8.773
Fabricação de máquinas e equipamentos	39,3	29,8	21,4	9,0	23,3	20,9	2,6	5.799
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	69,2	64,5	53,0	14,7	44,9	40,8	4,6	211
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	45,7	29,8	21,7	10,4	31,3	27,6	4,0	1.892
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	56,9	44,2	27,3	18,2	37,6	34,1	4,2	644
Fabricação de equipamentos de médicos, instrumentos de precisão, equipamentos de automação industrial e relógios	68,0	54,4	43,6	12,0	38,6	34,2	4,4	921
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	37,0	19,4	15,1	5,1	31,7	28,9	3,8	2.214
Fabricação de outros equipamentos de transporte	34,8	26,1	19,5	7,6	22,9	17,6	5,7	589
<b>Total de usuários inovadores de MF</b>	<b>7.978</b>	<b>5.292</b>	<b>4.078</b>	<b>1.364</b>	<b>5.656</b>	<b>5.189</b>	<b>525</b>	<b>20.893</b>
<b>Empresas inovativas (% do total)</b>	<b>38,3</b>	<b>25,4</b>	<b>19,5</b>	<b>6,5</b>	<b>27,1</b>	<b>24,9</b>	<b>2,5</b>	<b>100,0</b>

Fonte: IBGE/PINTEC, 2005. Obs: a Pintec abrange empresas com dez ou mais pessoas ocupadas.

Segundo a Pintec (2005), cerca de 50% dos gastos em atividades tecnológicas das empresas inovadoras da indústria de transformação referem-se à aquisição de novas máquinas e equipamentos. Portanto, aquisição de conhecimento incorporado. Outra característica

<sup>90</sup> Furtado e Carvalho (2005) classificam essa atividade com de baixa intensidade tecnológica no Brasil.

inovativa da indústria de transformação brasileira é que ela, em geral, adota mais inovações de processo do que inovações de produto, ainda que em aproximadamente 14% dos casos os dois tipos estejam associados (não mostrado na tabela).

Os gastos em atividades inovativas da indústria de transformação em 2005 foram de cerca de 2,8% da receita líquida de vendas (RLV): o P&D foi de 0,66% da RLV, a aquisição de máquinas e equipamentos somaram 1,3%, e outros gastos em atividades inovativas representaram 0,8% da RLV, conforme a tabela. Portanto, a distribuição dos gastos inovativos da indústria de transformação em 2005 foi de 23,5% em P&D, 48% em máquinas e equipamentos, e em outros gastos, 28,5%, com destaque neste último para o projeto industrial. Da mesma forma, da totalidade da indústria de transformação em 2005, aproximadamente 27% das empresas realizaram inovação de processo, e pouco menos que 20% realizaram inovação de produto. É justamente por causa desse comportamento quanto às preferências reveladas à tecnologia incorporada em máquinas e equipamentos, que há uma maior implementação de inovações de processo do que inovações de produto e reduzidos investimentos em atividades internas em P&D, os quais chamam atenção no comportamento inovativo da indústria brasileira.

Estas informações sugerem que a grande preocupação com inovações de processo visam à redução de custo e ao aumento de eficiência produtiva associada, os quais ocorrem basicamente pela incorporação de máquinas e equipamentos já existentes no mercado interno. Isso configura um processo de modernização de planta produtiva, conforme sugerem Arruda, Vermulm e Holanda (2006). Conforme também destaca Tigre (2006), o reduzido esforço da indústria brasileira em P&D faz com que as empresas tenham um conhecimento limitado e parcial de seus próprios processos produtivos, além de uma baixa flexibilidade para participar ativamente do melhoramento e da adaptação da tecnologia as suas especificidades<sup>91</sup>.

---

<sup>91</sup> Furtado e Carvalho (2005) compararam os esforços de P&D da indústria de transformação a partir dos dados brasileiros da primeira Pintec (2000) com os EUA, Japão, Coreia, Canadá, Alemanha, Espanha, França, Itália, Reino Unido e Noruega. A indústria brasileira apresenta uma intensidade tecnológica (gasto em P&D/VTI: 1,5%) bem inferior à dos demais países, embora mais próxima à da Espanha e da Itália, com intensidade próxima a 2%. Segundo os autores (p.73) “essas diferenças de intensidade entre países se devem a estruturas industriais distintas e, sobretudo, à disparidade de intensidade entre os mesmos setores de países diferentes”. Desagregada setorialmente, a diferença é maior nos setores de média e alta intensidade tecnológica do que nos setores de baixa intensidade. Enquanto nos outros países a intensidade tecnológica entre os setores mais e menos intensivos é muito grande (120 vezes na Alemanha, 47 vezes no Japão, 35 na Coreia). No Brasil, a diferença é de apenas 16 vezes, muito menor que nos outros países. A maior homogeneidade ou menor dispersão dos níveis setoriais de intensidade tecnológica no Brasil “demonstra o oposto da homogeneidade dos níveis de produtividade. Ela revela, na verdade, a fraqueza dos setores de alta tecnologia e a falta de especialização dinâmica do sistema industrial brasileiro” (p.74). Os autores interpretam tal diferença intersetorial como resultado da especialização produtiva e tecnológica, pois a maior dispersão nos países desenvolvidos corresponde a uma especialização em setores de alta e média-alta intensidade tecnológica, enquanto no Brasil a menor dispersão deve-se à fraqueza da indústria nacional nesses segmentos.

Três setores mostrados na tabela implementaram, em 2005, mais inovações de processo que de produto. São eles: fabricação de produtos de metal, fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos e fabricação e montagem de veículos automotores, etc. As empresas inovadoras desses setores, juntamente com os fabricantes inovadores de máquinas e equipamentos são os maiores usuários de MF e representaram 6.634 empresas inovadoras, cerca de 83% do total dessas firmas supostamente usuárias.

A distribuição dos gastos em atividades inovativas em P&D e a aquisição de máquinas e equipamentos nesses setores usuários selecionados, tanto em relação à proporção da RLV como em proporção dos gastos totais em atividades inovativas, são mostradas na Tabela 39. Nota-se que os setores de fabricação de produtos de metal, de aparelhos, equipamentos e matérias elétricos e fabricação e montagem de veículos automotores, etc., gastaram proporcionalmente mais em aquisição de máquinas e equipamentos do que em P&D, sem exceção<sup>92</sup>. Entretanto, esses setores também gastaram proporcionalmente mais em 2005 em atividade inovativas do que a média da indústria de transformação.

Apenas o setor fabricação de máquinas e equipamentos, que é classificado como de média-alta tecnologia, e no qual se inclui o setor de MF, realizou mais inovações de produto que inovações de processo<sup>93</sup>; mas também concentrou, em 2005, maior atividade inovativa na aquisição de máquinas e equipamentos, 43,6%, do que em P&D, 13,3%. Note-se que o setor de máquinas e equipamentos investiu 0,6% de sua RLV, enquanto a média da indústria de transformação foi de 0,7%. O P&D/RLV do setor de MF foi em 2005 de cerca de 1,1%.

Registra-se também que apenas 9% das empresas do setor de máquinas e equipamentos realizaram inovações de produto novo para o mercado. Por outro lado, das 120 empresas líderes do setor de bens de capital mecânico identificadas no trabalho do IPEA<sup>94</sup> - do total de 1.572 empresas com 30 ou mais empregados -, 98% inovaram em produto para o mercado e apenas 19% em produto novo para o mercado mundial o que indica, da mesma forma para o setor de MF, que a liderança tecnológica a partir de esforços em P&D (1,9% da

---

<sup>92</sup> Uma ampliação do setor de fabricação e montagem de veículos automotores, caminhões, peças etc., em três subsetores revela que os gastos em P&D e aquisição de máquinas e equipamentos, respectivamente, foram em 2005: 33,2% e 34,5% para fabricação de automóveis, camionetes, caminhões, etc.; 19,1% e 32,1% para fabricação de cabines, carrocerias e recondicionamento de motores; e 15,7% e 68,4% para fabricação de peças e acessórios para veículos.

<sup>93</sup> Estes esforços do setor de máquinas e equipamentos apareceram invertidos na Pintec (2008), que registra mais inovações de processo do que inovação de produto.

<sup>94</sup> O trabalho de Araújo (2011) definiu o setor de bens de capital mecânico como composto pelos subsetores fabricantes de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão (CNAE 29.1), fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral (CNAE 29.2), fabricação de máquinas-ferramenta (CNAE 29.4) e fabricação de máquinas e equipamentos de uso específico (CNAE 29.6).

RLV) das empresas é muito importante para a inovação e melhor desempenho produtivo e competitivo no mercado interno<sup>95</sup>.

**Tabela 39 - Distribuição dos Gastos em Atividades Inovativas na Indústria de Transformação, Setores e Subsetores Selecionados - 2005 (% da RLV e % do total)**

Indústria/Setores industriais	Gastos em % da RLV				% do Total dos Gastos em Atividades Inovativas		
	Atividades Inovativas	Gastos em P&D	Máquinas e Equipamentos	Outros	Gastos em P&D	Máquinas e Equipamentos	Outros
Indústria de Transformação	2,8	0,7	1,3	0,8	23,7	47,8	28,5
Fabricação de produtos de metal	3,0	0,2	2,2	0,6	7,1	71,5	21,0
Fabricação de máquinas e equipamentos	4,1	0,6	1,8	1,7	13,3	43,6	42,2
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	3,8	1,5	0,6	1,4	38,5	15,6	37,0
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	3,5	1,3	0,8	1,3	37,5	24,4	36,4
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	5,2	1,1	2,6	1,1	21,1	49,0	20,4
Fabricação de equipamentos de instrumentação médicos, instrumentos de precisão, equipamentos de automação industrial e relógios	5,3	2,3	1,4	1,6	42,8	25,8	29,9
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	4,4	1,3	1,9	1,1	28,3	43,3	25,0
Fabricação de outros equipamentos de transporte	6,1	3,2	1,1	1,5	52,9	17,8	25,2

Fonte: IBGE/PINTEC, 2005.

Registrou-se que, no setor de MF, das empresas com 30 ou mais pessoas ocupadas, por outro lado, cerca de 40% das empresas realizaram inovações de produto e 35% de processo, e que os investimentos em P&D representaram 34% dos gastos em atividade inovativa, enquanto as aquisições de máquinas e equipamentos chegam a 42%. Estas

<sup>95</sup> Conforme Araújo (2011), segundo a distribuição dos gastos em atividades inovativas de quatro países europeus selecionados (Alemanha, Espanha, França e Itália) para a indústria como um todo, cerca de 50,8% são alocados em P&D interno e apenas 24,3% para aquisição de máquinas e equipamentos. Já para o setor de máquinas e equipamentos desses países, especificamente, 60,9% são destinados à P&D interno e 22,5% à aquisição de máquinas e equipamentos. Percebe-se, portanto, um padrão bem distinto na indústria em geral e da indústria brasileira de bens de capital. Conforme destaca o autor (p.489), **“o setor de bens de capital brasileiro é, tal qual a indústria brasileira como um todo, bastante dependente dos fornecedores de máquinas e equipamentos para a inovação.** Além disso, mesmo as firmas líderes investem muito pouco em P&D, seja em comparação com empresas semelhantes em países europeus, seja em comparação com as líderes da indústria brasileira. Com respeito aos elos com o sistema nacional de inovação, as firmas do setor – e isto é válido também para os líderes tecnológicos - tendem a manter relações informais com clientes/consumidores e fornecedores de máquinas e equipamentos como fonte de informação para inovação; contudo, carecem de relações mais formais de cooperação, especialmente com universidades e centros de pesquisa. Este quadro impõe restrições e desafios a serem superados para a elevação do nível de inovatividade do segmento no Brasil, a fim de que ele se torne efetivamente um setor no vértice do sistema nacional de inovação e difusor de inovações para o resto da economia brasileira” (grifo nosso).



características indicam o maior comportamento inovativo do setor de MF em relação a outros segmentos produtores de máquinas e equipamentos. Como já referido, poucas empresas, mesmo entre as líderes do setor de MF, também concentram a maior parte do gasto setorial e o pessoal ocupado em P&D, e justamente são essas empresas que são mais inovadoras em produto novo para o mercado nacional.

Conforme ressaltam Furtado e Carvalho (2005), o padrão de comportamento tecnológico dos setores de média-alta intensidade tecnológica no Brasil pode ser explicado pela maior necessidade de adaptação da tecnologia desenvolvida no exterior:

Tanto na indústria de bens de capital como na de bens de consumo duráveis metal-mecânica, a transferência internacional de tecnologia requer um considerável esforço de adaptação que está associado a especificidades do mercado local. O grande porte do mercado brasileiro de veículos automotores, que foi ampliado para o Mercosul, justifica que as empresas multinacionais desenvolvam esforços adaptativos. No caso da indústria de bens de capital, tais iniciativas decorrem de exigências dos setores usuários. (p.81).

Nestes termos, “setores como o automobilístico, de máquinas e material elétrico e de equipamentos representam a principal parcela do dispêndio em P&D da indústria brasileira” (FURTADO; CARVALHO, 2005, p.76). No entanto, Arruda, Vermulm e Holanda (2006) afirmam que das 36 atividades industriais que obtiveram maior taxa de inovação no período 2001-2003 comparativamente a 1998-2000, os segmentos industriais mais modernos em que tais taxas já eram elevadas e aumentaram ainda mais no período 2001 a 2003 foram a:

fabricação de aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle, cuja taxa de inovação passou de 42,4% para 64,3%; **a fabricação de máquinas-ferramenta, de 51,8% para 59,7%**; a fabricação de máquinas para escritório e de máquinas e equipamentos de informática, de 68,6% para 71,2%; a fabricação de produtos farmacêuticos, de 46,8% para 50,4%; e a fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos, de 64,9% para 69,2%. (grifo nosso, p.41).

A maioria desses setores teve comportamento visando a realizar mais inovações de produto que de processo em 2005, tais como: fabricação de máquinas e equipamentos de informática, material eletrônico, aparelhos e equipamentos de telecomunicações; fabricação de equipamentos médicos, instrumentos de precisão etc.; e fabricação de outros equipamentos de transporte. Todos são classificados como de alta intensidade tecnológica, e com exceção a

fabricações de outros equipamentos de transporte, como aviões, são setores do complexo microeletrônico. Nota-se, conforme a tabela 39, que alguns desses setores gastaram em 2005 em atividades inovativas até mais que o dobro da indústria de transformação, e concentram tais gastos em investimentos em P&D, em vez da aquisição de máquinas e equipamentos, com exceção ao setor de componentes eletrônicos e equipamentos de comunicação. Este último gastou, paradoxalmente, 49% em aquisição de máquinas e equipamentos, e apenas 21% em P&D. **O comportamento inovativo desse ramo no Brasil constitui uma contradição para um setor que faz parte do complexo microeletrônico e é caracterizado como o epicentro da terceira revolução tecnológica!**<sup>96</sup>

De toda forma, as 1.344 empresas inovadoras desses quatro setores que inovam mais em produto do que em processo e gastam mais em P&D do que na aquisição de máquinas e equipamento (com exceção o microeletrônico) correspondem a apenas 17% das firmas usuárias de MF.

O conjunto das empresas inovadoras do complexo eletrometal-mecânico, principalmente aquelas que inovam e diferenciam produtos, pode ser considerado o núcleo tecnológico de firmas mais importante da indústria de transformação brasileira, conforme também sugerem Furtado e Carvalho (2005).

Portanto, a estrutura da demanda de MF no Brasil, majoritariamente, é composta por setores caracterizados como de média-alta intensidade tecnológica, principalmente do complexo eletrometal-mecânico. Pode-se inferir que uma proporção de empresas inovadoras dos seguintes setores demandam MF mais sofisticadas: automobilística, etc., aeronáutica, e fabricantes de equipamentos médicos e instrumentos de precisão, etc., também por outros “fornecedores especializados” líderes do setor de bens de capital (que investem em P&D de diferenciam produtos), e fabricantes líderes de bens de consumo durável, sejam mecânico, elétrico e de equipamentos de transporte. Chega-se a essa conclusão com o auxílio das informações da Tabela 40, que mostra a distribuição intersetorial das empresas industriais como 30 ou mais pessoas segundo suas estratégias competitivas<sup>97</sup>.

---

<sup>96</sup> Para os êxitos e problemas da política de informática, ver Garcia e Rosalino (2004).

<sup>97</sup> Ver nota 1 desse capítulo. A categorização das empresas, do ponto de vista empírico, tendo em conta suas estratégias competitivas e seus padrões de esforços tecnológicos traduzem-se em três grupos (DE NEGRI, SALERNO; CASTRO, 2005, p.07-08): a) “Firmas que inovam e diferenciam produtos – são aquelas que realizam inovações de produtos para o mercado e obtiveram preço prêmio acima de 30% nas suas exportações quando comparadas com as demais empresas exportadoras do mesmo produto. Nesse grupo estão incluídas, portanto, as firmas que adotam estratégias competitivas mais vantajosas, tendendo a criar mais valor, e compõem o segmento mais dinâmico, e que tende a capturar parcela maior da renda gerada pela indústria”; b) “Firmas especializadas em produtos padronizados – cuja estratégia competitiva impõe que o foco de sua atuação seja a redução de custos, em vez da criação de valor da categoria anterior. São consideradas, aqui, as firmas exportadoras não incluídas na categoria anterior e as não exportadoras que apresentam eficiência igual ou maior

**Tabela 40 – Distribuição Intersetorial das Empresas Industriais como 30 ou mais Pessoas segundo Estratégia Competitiva – 2000 (Em %)**

Complexo	Empresas que inovam e diferenciam produtos	Empresas especializadas em produtos padronizados	Empresas que não diferenciam produtos e têm produtividade menor	Total
Mecânica	26,2	8,3	4,1	6,5
Química	22,5	14,6	10,8	12,6
Eletrônica	12,9	2,9	1,6	2,5
Material de transporte	8,1	5,2	2,3	3,6
Material elétrico	6,9	3,2	1,8	2,5
Metalurgia	5,4	9,0	9,4	9,1
Têxtil e calçados	5,1	18,8	23,2	20,9
Agroindústria	4,3	10,2	15,0	12,8
Madeira e móveis	2,6	13,4	10,1	11,1
Celulose e papel	1,8	2,5	2,9	2,7
Indústrias diversas	1,6	2,4	1,4	1,8
Minerais não metálicos	1,4	4,7	9,8	7,6
Extrativa mineral	0,8	1,8	2,6	2,2
Gráfica e audiovisual	0,4	2,1	4,4	3,4
Combustíveis	0,1	0,8	0,7	0,7
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
<b>Total (número)</b>	<b>929</b>	<b>9.084</b>	<b>14.250</b>	<b>24.263</b>

Fonte: Kupfer; Rocha (2005, p.262). IBGE/Diretoria de pesquisas, Coordenação de Indústrias, Pintec 2000. Elaboração: IPEA/DISET a partir da transformação dos dados obtidos na fonte e com a incorporação de dados da PIA/IBGE, Secex/MDIC, CBE e CEB/Bacen, Compras Net/MPO e Rais/MTE.

Segundo a categorização das empresas por estratégia competitiva, registra-se que nos complexos industriais mecânica, química, eletrônica, material de transporte, material elétrico e metalurgia concentra-se a maior proporção de empresas que inovam e diferenciam produtos, a maioria, portanto, firmas do complexo eletrometal-mecânico. Os complexos químico e eletrônico (que foi caracterizado acima) concentraram em 2000 cerca de 36% das empresas que inovavam e diferenciam produtos. Por outro lado, registra-se que os complexos mecânico, de material de transporte e material elétrico corresponderam a cerca de 42% das empresas que

do que as firmas que exportam nesta categoria. Tendem a ser atualizadas do ponto de vista de características operacionais como fabricação, gestão da produção, gestão de qualidade de conformação e logística, que são imperativos para sustentação de custos relativamente mais baixos, mas na média estão defasadas, relativamente à categoria anterior, no que se refere a outras armas da competição, como P&D, *marketing* e gerenciamento de marcas”; c) “Firmas que não diferenciam produtos e têm produtividade menor – demais firmas que não pertencem as categorias anteriores. Grosso modo engloba empresas tipicamente não exportadoras, menores, que podem, inclusive, inovar mas são menos eficientes nos mais variados sentidos, que se mostram capazes de captar espaços em mercados menos dinâmicos através de baixos preços e outras possíveis vantagens”.

inovam e diferenciam produtos, correspondendo a 390 empresas que empregaram cerca de 270.000 pessoas em 2000<sup>98</sup>. Já aproximadamente 17% das empresas categorizadas como especializadas em produtos padronizados são do complexo eletrometal-mecânico, o que corresponde a aproximadamente 1.540 firmas, as quais empregaram cerca de 280.000 pessoas; enquanto isso, apenas 8% das empresas que não diferenciam produtos e têm produtividade menor são do complexo em análise. Elas representaram em 2000 um total de 1.170 empresas, as quais empregaram aproximadamente 92.000 pessoas.

**Pode-se inferir que as empresas especializadas em produtos padronizados no referido complexo, a maior parte dos usuários, utilizam MF de média sofisticação. Portanto, a maior parte da produção, exportação e consumo nacional de MF é de conteúdo tecnológico intermediário. Entretanto, não se pode deixar de notar o grande desnível de esforços tecnológicos e estratégias competitivas entre as empresas dos distintos setores considerados do complexo eletrometal-mecânico, e da mesma forma, da indústria de transformação brasileira como um todo.** As empresas que não diferenciam produtos e têm produtividade menor representaram no ano 2000, aproximadamente, 38% das firmas do referido complexo, e empregavam cerca de 15% do pessoal ocupado, **o que indica que há procura de MF de baixa sofisticação.**

Não apenas nos setores do complexo eletrometal-mecânico, mas a indústria brasileira como um todo, é marcada por uma grande heterogeneidade setorial e intrasetorial. Tanto as estratégias competitivas mais agressivas tecnologicamente como as mais frágeis são comuns a todos os complexos industriais, o que mostra que, embora o comportamento das empresas seja influenciado pelo regime tecnológico e padrão de inovação setorial, a inovação é um fenômeno horizontal (DE NEGRI; SALERNO; CASTRO, 2005). Em todos os complexos encontram-se empresas líderes e também um elevado número de firmas de pequeno porte que apresentam baixo dinamismo tecnológico e concorrem via preços, pois buscam a inovação de processo a fim de fabricar a custos competitivos. (KUPFER; ROCHA, 2005; ARRUDA; VERMULM; HOLANDA, 2006).

**Estes resultados ajudam a explicar o porquê dos baixos esforços tecnológicos em P&D das empresas frágeis e algumas seguidoras inovadoras no setor de MF, que também se concentram nas inovações de processo e na aquisição de novas MFs para competir também possivelmente via preço. Como os usuários também gastam mais em atividades inovativas relacionadas à absorção de conhecimento incorporado visando**

---

<sup>98</sup> Cálculos de número de trabalhadores feitos a partir da Tabela 1, páginas 262 e 263, de Kupfer e Rocha (2005).

**inovação de processo, deparamo-nos com um círculo pouco virtuoso para a inovação sistêmica.**

Entre as características do sistema de inovação e produção de MF está a de que apenas 20% dos fabricantes de MF afirmaram investir de forma contínua em atividades de P&D, enquanto 80% das empresas realizou P&D apenas ocasionalmente. Por outro lado, como ressaltado, se a compra de novas MFs permite aos próprios fabricantes um salto tecnológico, o reduzido esforço de P&D das empresas seguidoras, e principalmente das empresas frágeis, e conseqüentemente, o baixo esforço próprio no sentido de adaptar e aperfeiçoar a tecnologia adquirida - excluindo as empresas estrangeiras seguidoras que buscam conhecimentos de outras empresas do grupo e ficam com a maior parte do faturamento da categoria -, **fazem com que essas empresas tenham um conhecimento limitado e parcial de seus próprios processos produtivos e baixa flexibilidade para adaptação da tecnologia as especificidades locais e a tendências da demanda.**

Outra característica estilizada do sistema de inovação de MF é que a maioria das empresas do setor de MF atribui maior importância às fontes de informação informais com clientes e fornecedores para a inovação. Por outro lado, a cooperação formal apresenta-se restrita para o empreendimento conjunto de processos que resultem em inovações. Apenas 8% das 99 empresas inovadoras recorrem a acordos de cooperação com a finalidade de desenvolver inovações. Só 26% das empresas líderes do segmento realizaram estes pactos, e concentraram-se principalmente com usuários e fornecedores. Apenas 11% (3 de 26) das empresas líderes firmaram acordos com universidades/centros de pesquisa. Já as empresas seguidoras inovadoras, categoria de firmas que concentrou 75% das empresas estrangeiras em 2005, atribuem alta importância às informações para inovação de outras empresas do grupo. No entanto, insiste-se mais uma vez a respeito da restrita atividade de cooperação no setor, principalmente com universidades e centros de pesquisa. Estas instituições nem figuram entre as fontes mais importante de informação tecnológica para a inovação, revelando a fragilidade da articulação universidade-empresa, mesmo que informal. A cooperação é fundamental para a vitalidade dos processos de aprendizados tecnológicos, segundo Cassiolato, Brito e Vargas (2005, p.514):

O aprendizado, segundo a visão neo-schumpeteriana, é entendido sempre como um processo obtido através de diferentes formas de relacionamento, em que o conhecimento avança através de troca de informações tácitas e codificadas. A consolidação de práticas cooperativas dessa natureza resulta em três impactos básicos. O primeiro deles refere-se à dupla dimensão desse processo: ao mesmo tempo em que a cooperação constitui um instrumento

eficaz de processamento de informações, ela é uma alternativa importante para viabilizar a aglutinação de competências complementares, aumentando a eficiência produtiva e o potencial inovativo dos arranjos institucionais. Em segundo, é possível destacar a importância da cooperação como instrumento que permite um melhor enfrentamento da turbulência ambiental e facilita a identificação e a exploração de novas oportunidades tecnológicas. Em terceiro, é possível ressaltar como aspecto importante a dimensão intertemporal do processo de cooperação, que lhe confere um caráter nitidamente *path dependent*. Ao longo do tempo, a continuação da cooperação facilita a comunicação entre os agentes permitindo simultaneamente a integração de suas competências, a consolidação de princípios de “confiança mútua” e a maior sincronização das ações estratégicas por eles adotadas.

**Pode-se inferir que empresas líderes que cooperam e investem em P&D, e empresas estrangeiras seguidoras que buscam conhecimento das matrizes, que cooperam ou não, sejam as mais agressivas em suas estratégias inovativas e as mais competitivas do setor. Elas também se mostram mais aptas para aperfeiçoar e adaptar a tecnologia aos recursos disponíveis e aos mercados internos e externos visados.**

Também devemos levar em conta que algumas empresas estrangeiras de MF (como prensas) são possuidoras de mandato de desenvolvimento tecnológico por parte do grupo ao qual pertencem. Estas são responsáveis, por exemplo, pelo desenvolvimento e pela modernização de alguns produtos (STRACHMAN; AVELLAR, 2008, p.247).

Algumas das empresas estrangeiras realizam inovações no verdadeiro sentido de criar soluções para um conjunto importante de firmas estrangeiras da cadeia de veículos automotores e, principalmente, para indústria automobilística. Como as matrizes dessas empresas se situam em sistemas de inovação e produção mais desenvolvidos (P&D, cooperação, redes de conhecimento e alianças), contribuem decisivamente para a competitividade internacional dos seus clientes no país, em maioria as multinacionais montadoras e as produtoras de autopeças. Nestes casos, as relações entre produtor-usuário envolvem interações e troca de informações intensas relacionadas às especificidades das máquinas fabricadas para soluções de problemas tecnológicos e produtivos específicos. Conforme Alcorta (2000, p.1667-1668)

Given that many of these relationships involve custom built machines, interactions and information exchange need to be extensive and related to circumstantial specifics. But most of these relationships are the result of headquarters' histories, experiences and decisions. Hardly any local firm is involved in this type of activity, but rather there is a clear separation between

foreign machine tool producers focused on transfer lines and machining centres producing for multinational corporations and local companies producing conventional and CNC lathes for local firms (Erber & Vermulm, 1997). Given the intense competition by multinational users, particularly in the vehicle industry, the emerging "islands of information" relate little between themselves.

**A análise da dinâmica inovativa, tanto do ponto de vista do produtor quanto do usuário, mostra que o sistema de inovação e produção de MF no Brasil é internacionalizado, fragmentado e pouco cooperativo. Não só a oferta, mas também a demanda de MF, é fragmentada tendo em vista a heterogeneidade das capacidades tecnológicas e esforços inovativos para o empreendimento de inovações, tanto entre os fabricantes como entre os usuários.** Uma minoria de empresas é realmente inovadora e coopera efetivamente com usuários, fornecedores e universidades. Uma característica estilizada das atividades inovativas dos usuários é investir majoritariamente na aquisição de máquinas e equipamentos para implementação de inovações de processo.

**Se a inovação é sistêmica, eminentemente social e gerada por um processo de aprendizado interativo entre uma miríade de instituições, o setor precisa investir mais em atividades de P&D e realizar um maior esforço para cooperação visando à inovação, principalmente com universidades e centros de pesquisa ou mesmo entre empresas concorrentes, e claro, com usuários e fornecedores.** As empresas se beneficiam dos esforços realizados nas universidades e centros de pesquisa porque os conhecimentos acadêmicos se complementam aos esforços de P&D interno. A cooperação com universidades é um processo em que a pesquisa básica e aplicada acadêmica produz e reproduz conhecimentos teóricos e empíricos essenciais para o desenvolvimento de um novo produto ou processo, mas não especificamente produz as invenções. **As universidades não substituem os departamentos de P&D, pois os esforços inovativos para a inovação ocorrem através do P&D e da capacidade tecnológica acumulada enraizada nas pessoas e organizações.**

Por outro lado, **como os usuários acabam por selecionar as inovações disponíveis no mercado, geralmente é preciso maior capacidade tecnológica também dos usuários para que as novas oportunidades tecnológicas em MF mais sofisticadas possam emergir, ou seja, para que a demanda potencial possa sinalizar aos produtores que os investimentos em P&D terão retorno.** É certo que os bens de capital, e especialmente novas MFs, atuam como difusores do desenvolvimento tecnológico pela economia. Mas o setor de

MF pode contribuir com um papel estratégico maior para o desenvolvimento econômico se as empresas que adquirem esses bens realizem investimento em P&D. **Como a inovação é sistêmica, eminentemente social e gerada por um processo de aprendizado interativo, e uma vez que as empresas vão melhorando o conhecimento sobre o próprio processo de produção com investimentos em P&D, um círculo mais virtuoso para inovação poderia se estabelecer entre produtor-usuário.** Com a maior capacidade tecnológica do usuário através de gastos constantes e rotineiros em P&D, concomitantemente ao aumento de P&D e da cooperação do setor de MF, a demanda dos usuários de bens de capital mais sofisticados e adaptados a suas necessidades emergiriam, da mesma forma que poderiam surgir complementariedades dinâmicas, como aquelas que ocorrem através da interdependência e *feedbacks*, *spillovers* de conhecimentos e externalidades tanto em nível da demanda quanto em nível da produção, e que são específicas ao contexto regional/nacional.

A literatura neo-schumpeteriana mostra que políticas de CT&I geralmente são necessárias para que estimulem as empresas a intensificar os investimentos em P&D e inovação, assim como a cooperação com universidades e parcerias com usuários e fornecedores dado a própria dinâmica inovativa do setor. A interação e os aprendizados produtor-usuários são localizados em aglomerações industriais regionais com repercussões para todos os produtores nacionais com a geração de externalidades dinâmicas a partir de outras dimensões amplas como o conhecimento, atores e redes, e instituições que afetam a geração e adoção de novas tecnologias, a organização da inovação e produção em nível setorial. As políticas industriais selecionadas para os sistemas/arranjos produtivos locais a partir do escopo territorial das capacidades e do limite espacial do conhecimento base e interações entre atores, organizações e instituições diversas, podem contribuir como um processo de co-evolução e desenvolvimento de processos de aprendizagem tecnológicos.

O sistema de C&T constitui-se de uma parte do sistema nacional de inovação, exercendo uma função vital nas economias, particularmente pela construção de elos virtuosos de cooperação entre as empresas, governo e universidades, adquirindo uma relevância crescente nas demandas sociais das mais diversas áreas. Como a inovação é sistêmica, específica ao contexto regional/nacional, a política de CT&I deve ter também um escopo sistêmico (e não linear) para estimular as empresas para a realização da cooperação, buscando articular a interação entre produtor-usuário e suas competências voltadas para a inovação e desenvolvimento tecnológico, assim como inovações institucionais voltadas para educação, treinamento em engenharia e outros requerimentos para mudança tecnológica.

Conforme Malerba (2002, p.26):



Strong regional sectorial linkages and a close coupling of regional production complexes with users will likely to continue to be key elements in competitive advantage in machine tools, as in the past. However, increased investments in system integration, innovation and emerging technologies, public-private collaboration, formal training systems, technology and market intelligence, and international partnership and linkages are also likely to characterize the most successful elements of the sector in future years.

**O acesso e a inserção ativa de empresas e instituições em redes de conhecimento tecnológico e em sistemas de inovação mais avançados dos países desenvolvidos mostram-se também importantes nos últimos anos, com o aumento da codificação do conhecimento base em nível setorial. A própria interação com usuários e fornecedores estrangeiros pode contribuir para o acesso e absorção de novos conhecimentos e tecnologias.**

#### 7.5 Regime Tecnológico, Aprendizado e “*Path Dependence*” Setorial

Depois da revolução tecnológica que caracterizou o passado recente do setor, o padrão de inovação setorial tem-se “estabilizado” e as inovações têm sido mais incrementais e intensivas em informação, como TI e software, o que configura a mudança do conhecimento base do regime tecnológico setorial. A emergência do paradigma microeletrônico mudou a trajetória e o regime tecnológico setorial. Este se revigorou, aumentando as oportunidades de investimento em novas tecnologias, mas o conhecimento base do setor de MF/CNC também evoluiu para uma maior codificação, complexidade e integração com o conhecimento científico, ainda que este seja caracterizado por ser específico e aplicado. Por isso, a mudança de paradigma determinou uma alteração na trajetória e no regime tecnológico do setor ao elevar a necessidade de investimentos em P&D e revigorar as capacidades tecnológicas acumuladas das empresas com o novo conhecimento base mais sistêmico e complexo.

Mais especificamente, a mudança de paradigma tecnológico envolveu um processo evolutivo configurado em experiências e capacidades particulares para solução de problemas específicos de busca e inovação a partir de novos conhecimentos das tecnologias da informação. Como um paradigma é, ao mesmo tempo, um artefato tecnológico e um conjunto de heurísticas, sua mudança se originou e evoluiu a partir de novas rotinas inovativas para geração e absorção de conhecimentos voltados para o desenvolvimento do artefato tecnológico em análise. Em decorrência do profundo rejuvenescimento tecnológico e da

reestruturação do setor de MF, o padrão de concorrência setorial e as estratégias inovativas e competitivas foram em direção à aumentar o “teto” de gastos em P&D frente à mudança do regime tecnológico do setor (com aumento das oportunidades causada pela alteração do conhecimento tecnológico base), a intensificação das relações produtor-usuário e o aumento do potencial de apropriação dos lucros de tais processos inovativos (produtos, patentes, etc.).

Essas novas rotinas inovativas de alto desempenho são voltadas para a geração e absorção de novos conhecimentos para a inovação, e dada a maior complexidade do conhecimento base setorial, resultaram em um aumento dos investimentos da P&D e na intensificação das relações produto-usuário nos segmentos sob encomenda. Dado o papel importante dos usuários no desenvolvimento, experimentação e modificação desses bens, a proximidade geográfica com ofertantes locais através da compra preferencial possibilitam fluxos de informações, conhecimentos tácitos e habilidades. Atualmente, o contorno do SSI emergente aparece como mais aberto e flexível, e ocorrem mais parcerias estratégicas em âmbito regional e internacional com base em novas tecnologias informação-intensivas, aumento das parcerias e ligações entre centros de pesquisa, produtores e usuários, fornecedores e um conhecimento base mais codificado.

Quanto à natureza do regime tecnológico setorial, à luz da teoria neoschumpeteriana, **o conhecimento base setorial se caracteriza como específico, tácito/codificado, complexo e sistêmico.** Por conhecimento complexo entende-se como aquele que ocorre a partir da integração multidisciplinar de conhecimentos e tecnologias. Sua característica decorre de sua natureza sistêmica, no sentido de que esforços inovativos e capacidade tecnológica (P&D e “*learning by interacting*”) são requeridos para articulação do conhecimento para o processo de inovação.

Naturalmente, a cumulatividade do conhecimento em nível da firma é alto, porque não é uma tarefa fácil articular tal conhecimento base para aplicações específicas. Isto requer conhecimentos acumulados em P&D e esforços tecnológicos na aquisição de outros quando necessário, como licenciamento e treinamentos formais.

Já quanto aos níveis de oportunidade e apropriabilidade de empreendimentos inovativos, os mesmos são altos em decorrência do amplo potencial de penetração dos novos conhecimentos em produtos e mercados como fontes de oportunidades tecnológicas endógenas e exógenas ao setor. As oportunidades de penetração em outros mercados são altas devido aos conhecimentos que a “automação flexível” proporciona, os quais podem ser aplicados em muitos processos produtivos devido à potencialmente rica variedade de soluções

tecnológicas, abordagens e atividades. O alto nível de apropriabilidade da inovação sugere que são altas as condições de proteger e colher lucros da inovação.

Conforme a teoria neo-schumpeteriana, em setores cujas tecnologias envolvem conhecimentos mais codificados e não codificados (tácitos), complexos e sistêmicos, a cumulatividade do conhecimento em nível de empresa é alto (conhecimento acumulado em períodos anteriores através de aprendizagem formal em P&D, e/ou no caso do setor de MF também a interação produtor-usuário), e possibilita à empresa dar continuidade no avanço tecnológico e competência com o *learning by from advances in S&T*. Portanto, o conhecimento em tecnologia não tende a se difundir livremente em nível setorial, mas sim contratualmente, através de alianças e cooperação com outras empresas para desenvolvimento tecnológico, contratos de licenciamento de tecnologia, *joint ventures* e por mobilidade do capital humano/intelectual entre empresas<sup>99</sup>.

A forma de transmissão desse tipo de conhecimento é formal, através de alianças e contratos, cooperação, o que a torna, portanto, menos sensível à distância, apesar da relevância que tem a proximidade para o segmento sob encomenda. **Assim sendo, as empresas mais inovadoras do setor de MF no Brasil podem ser classificadas na dinâmica de inovação Schumpeter Mark II, onde a atividade inovativa é caracteristicamente movida pelo papel crucial que as capacidades tecnológicas acumuladas no passado, principalmente nos departamentos de P&D das empresas, têm sobre as competências de inovar no presente.** Isto porque altas condições de oportunidade, apropriabilidade e cumulatividade (em nível da firma) são geralmente associadas com uma alta concentração de atividades inovativas (baixo número de inovadores), alta assimetria na atividade inovativa (alta diferença nas práticas e procedimentos inovativos entre empresas), alta estabilidade no *ranking* de inovadores (não se verifica variação entre a posição das empresas inovadoras) e condições de altas barreiras à entrada de novas firmas inovadoras. (MALERBA; ORSENIGO, 1996; BRESCHI; MALERBA, 1997).

No Brasil, as empresas líderes realizam inovações visando o mercado interno, pois a maioria dessas firmas inova em produtos para o mercado nacional, enquanto apenas uma líder e outra emergente trouxeram novidades para o mercado internacional. Conforme analisado, pode-se inferir que as empresas nacionais e estrangeiras líderes (que produzem MF seriadas e

---

<sup>99</sup> A natureza do conhecimento condiciona a maneira de transmiti-los. Se o conhecimento é específico, tácito e doravante com elevado grau de complexidade por possuir elementos não codificados (não publicáveis) e fazer parte de um grande sistema, a trajetória tecnológica marcada por um ambiente caracterizado por relevantes continuidades nos processos de aprendizagem formal (P&D). Em nível da firma, sua competência deriva de sua capacidade de dar continuidade no avanço tecnológico. Alta cumulatividade ao nível da firma implica alta apropriabilidade das inovações. (BRESCHI; MALERBA, 1997).

lotes, e do segmento que trabalha sob encomenda, onde a relação produtor-usuário é mais importante) que cooperam e investem em P&D, e as estrangeiras seguidoras que buscam conhecimento das matrizes, sejam as mais agressivas em suas estratégias tecnológicas e as empresas mais competitivas do setor. Algumas empresas estrangeiras são possuidoras de mandato de desenvolvimento tecnológico por parte do grupo ao qual pertencem, sendo responsáveis pelo desenvolvimento e pela modernização de alguns produtos. Apenas recentemente a Romi fez aquisição de uma companhia estrangeira especializada em sistemas flexíveis de manufatura, estratégia afinada com o desenvolvimento do setor em nível internacional. Tendo acesso a um sistema de inovação mais avançado, essa empresa líder nacional pode a partir mesmo da própria interação com os usuários, fornecedores e parceiros dessa empresa na Alemanha absorver e incorporar novos conhecimentos e tecnologias ao artefato e acelerar seu próprio processo de desenvolvimento tecnológico.

Até pouco tempo, as empresas líderes inovadoras de MF no Brasil buscavam manter-se em trajetória tecnológica que apresentasse uma relativa maturidade em nível mundial, no qual as inovações são incrementais e o desenvolvimento tecnológico depende principalmente da incorporação de componentes eletrônicos, quase sempre importados. **Essas empresas têm capacidades tecnológicas de adaptarem-se as tecnologias para o mercado.** Sob essas condições, as formas de apropriação dos lucros dos processos inovativos sinalizam recompensas pelos esforços inovativos empreendidos e estímulos para perseguir nesta trajetória, considerando que neste setor os motivos que levam a ganhos decorrentes dos processos inovativos não são facilmente imitados dado a complexidade da tecnologia e o difícil acesso ao conhecimento base setorial.

Portanto, conclusivamente, um núcleo tecnológico importante constituído de poucas empresas líderes e fabricantes estrangeiros inovadores (líderes e seguidores) tem capacidades inovativas dinâmicas de desenvolverem processos de aprendizagem tecnológicos constantes e rotineiros (P&D) voltados para as inovações, como a diferenciação de produto e inovações de processos, e buscam trabalhar com economias de escala e maior eficiência produtiva. Nestes termos, estruturam-se informações e acumulam-se capacidades tecnológicas e produtivas na forma de conhecimento tácito (*know-how*), enraizados nas pessoas e organização, e codificado (*know-why* e *know-what*), como patentes, segredos industriais, etc. Tal codificação permite que o conhecimento seja armazenado, apropriado, manipulado, reproduzido, com a possibilidade de ser transmitido e cedido/vendido.

Até então, antes da empresa Romi adquirir a empresa alemã Burkhardt + Weber, de fato, as empresas líderes produtoras de MF apresentam estratégias competitivas e tecnológicas

“defensivas” no sentido que visam caminhar “atrás” dos seus competidores internacionais, mas mostravam esforços permanentes e constantes em P&D para manter-se pouco defasadas em relação a esses competidores:

as empresas de máquinas-ferramenta mantêm constantes seus gastos em P&D, perseguindo uma melhor inserção internacional, ainda que com máquinas de segunda geração. Como consequência, ainda que não seja em um montante muito significativo, verificaram-se alguns casos de desenvolvimento tecnológico por diversificação de produtos (e não somente nesse segmento de mercado específico, qual seja, o de máquinas-ferramenta, mas também, por exemplo, como se viu, na área de sistemas de furos de precisão) a partir desses dispêndios em P&D. (STRACHMAN; AVELLAR, 2008, p.261-262).

**A especialização produtiva do setor no Brasil nas denominadas MF de “segunda geração” é uma indicação de que a maior proporção da produção, consumo e exportações se compõem de produtos com conteúdo tecnológico intermediário que satisfaz a exigência dos usuários locais/nacionais, que demandam, em sua maioria, produtos de *mix* tecnologia e preço.** Como as economias de escala são muito importantes para a produção seriada, os mercados interno e externo se complementam e a especialização é endógena como Dosi, Pavitt e Soete (1993) e Malerba (2002) salientam. Não obstante, conforme notam Strachman e Avellar (2008) a empresa Romi e mesmo seus concorrentes vêm buscando se inserir nos mercados internacionais por meio da diversificação, a partir de novos produtos com maior ritmo de inovatividade e que certamente podem ser considerados inovações radicais em termos mundiais.

No entanto, o sistema de inovação e produção setorial apresenta-se fragmentado, tendo em vista a heterogeneidade das capacidades tecnológicas, esforços inovativos e empreendimento de inovações tanto entre os fabricantes como entre os usuários. Uma minoria de empresas líderes e seguidoras são inovadoras, enquanto também cooperam com usuários, fornecedores e universidades, ou mesmo reconhecem e acessem informalmente a universidade como uma fonte de informação importante para a inovação.

O restante de empresas seguidoras e frágeis do setor de MF apresentam esforços inovativos mais restritos, ligados mais à aquisição de novas MFs. Apesar de essas empresas poderem concentrar uma proporção maior de firmas que fabricam MF para deformação de metais, e/ou em segmentos de mercado em que a revolução tecnológica não provocou uma descontinuidade profunda na característica/uso do artefato, isso não justifica que 80% das empresas do setor realizem atividade de P&D apenas ocasionalmente. Por isso as seguidoras

apresentam características de serem imitativas e as empresas frágeis dependentes. Estes dois “tipos” de empresas sinalizaram em sua maioria as informações dos concorrentes como importantes com fonte de informação para a inovação.

No primeiro caso, o das seguidoras “imitadoras”, o processo de inovação vem através da cópia dos produtos e das tecnologias de outras empresas, sem a realização de atividade rotineira de P&D. Com efeito, estas empresas não desenvolvem capacidades e habilidades para acompanhar de perto a dinâmica tecnológica do setor. Já as empresas frágeis “tradicionais” aparecem, no limite, não encontrar razão para implementar mudança tecnológica significativa de seus produtos, característica, de fato, geralmente encontrada em setores de tecnologia madura. Sendo assim, **essas empresas parecem recorrer mais a processos informais de aprendizagem tecnológica, através do *learning-by-doing* e *learning-by-using* que se processa no âmbito da produção; *learning-by-interacting* decorrente das relações interativas com fornecedores e clientes e *learning from inter-industry spillovers*, derivado dos esforços de desenvolvimento de produto por imitação, cópia e/ou significativamente de forma incremental.** Capacidades de imitar, mesmo quando estão enraizadas, parecem condição insuficiente para o processo de se inserirem na nova economia do conhecimento e do aprendizado. **Essas empresas classificam-se, contraditoriamente, na dinâmica setorial de inovação de setores de tecnologia madura, expresso na dinâmica inovativa Schumpeter *Mark I* caracterizada pela grande população de firmas inovadoras** (caracterizada pela baixa concentração), bem como pela baixa assimetria na atividade inovativa (reduzida diferença nas práticas e procedimentos inovativos entre empresas), baixa estabilidade no *ranking* de inovadores (se verifica variação entre a posição das empresas inovadoras), alta entrada (condições de baixas barreiras à entrada) e pequeno tamanho de novos inovadores (não se requer porte empresarial elevado para se inovar).

**Portanto, há uma fragmentação em termos de dinâmica da inovação e produção em nível setorial, e a reprodução de um sistema de inovação que encontra sua correspondência na fragmentação da demanda, se se leva em conta a heterogeneidade de esforços tecnológicos e desempenho competitivo também da perspectiva do usuário.** Tanto a oferta como a demanda de MF é fragmentada tanto em vista a heterogeneidade das capacidades tecnológicas, esforços inovativos e empreendimento de inovações tanto entre os fabricantes como entre os usuários. Uma minoria de empresas líderes é inovadora e coopera efetivamente com usuários, fornecedores e universidades, enquanto uma característica

estilizada das atividades inovativas dos usuários é investir majoritariamente na aquisição de máquinas e equipamentos visando inovações de processo.

Mesmo considerando que talvez tal dinâmica inovativa pode estar ocorrendo em segmentos de mercados menos dinâmicos tecnologicamente, não se justificam os baixos esforços inovativos empreendidos por uma grande proporção de empresas, seguidoras e frágeis. **Para algumas dessas firmas, parece ser difícil fazer o *upgrade* de produtos devido, particularmente, à dificuldade de desenvolvimento de novas capacidades tecnológicas na própria área de desenvolvimento e incorporação de CNC nos artefatos. É evidente que a reprodução desse sistema fragmentado e pouco cooperativo encontra sua correspondência na estrutura e sofisticação dos usuários, pois estes acabam por selecionar as inovações disponíveis no mercado. Nestes termos, geralmente é preciso maior capacidade tecnológica também dos usuários para que as novas oportunidades tecnológicas em MF mais sofisticadas possam emergir, para que a demanda potencial possa sinalizar aos produtores que os investimentos em P&D terão retorno.**

A evolução da tecnologia, empresas (clientes, fornecedores, etc.) e das instituições ao configurar a trajetória do setor como um processo histórico implica diferentes graus de “*path dependence*” e irreversibilidades. Conforme destacado, as condições e eventos iniciais e subsequentes ao longo do processo histórico de aprendizados produtivos e tecnológicos das empresas do setor, como a mudança na tecnologia, nas instituições, no ambiente competitivo e macroeconômico, são os primeiros candidatos a explicar, juntamente aos esforços das empresas, a trajetória competitiva e tecnológica do setor de MF no Brasil.

O “*path dependence*” no setor de MF corrobora a hipótese de que a história importa na configuração da trajetória e especialização das firmas quanto a suas capacidades tecnológicas dinâmicas enraizadas em rotinas de alto desempenho geradas a partir dos seus próprios esforços inovativos e aprendizados tecnológicos para responder a mudança do ambiente, em um setor caracterizado por forte concorrência schumpeteriana.

**Para a ocorrência de nova postura e de mudança de trajetória, exige-se que as empresas seguidoras e frágeis venham, ainda que sob padrão tecnológico setorial caracterizado por posturas empresariais agressivas, adotar estratégias tecnológicas que se fundamentam na criação de infraestrutura e institucionalização das atividades de P&D, a partir de um planejamento que estabeleça, anualmente, que os gastos em P&D constituam investimentos importantes para a criação de condições competitivas dinâmicas.** Fundar um setor de P&D interno forte, sólida base de conhecimento e inovações institucionais visando à criação de incentivos para as empresas, usuários, fornecedores

voltarem-se para o aproveitamento da infraestrutura do sistema de ciência e tecnologia são alguns elementos que devem ser considerados à luz do objetivo de se construir capacidade endógena de conhecimento e de inovação. Em complemento a tais ações abertas e ativas, as empresas podem buscar através da cooperação as capacidades complementares essenciais para o aprendizado tecnológico e desenvolvimento da inovação.

## 7.6 Considerações Finais

Consonante à discussão proposta neste capítulo, vimos que se configuram duas dinâmicas inovativas no setor de MF no Brasil: um grupo de empresas entre as líderes e seguidoras que investem continuamente em P&D complementado através de licenciamento o desenvolvimento de produto, e, no caso de empresas estrangeiras, a partir do acesso aos conhecimentos de outras empresas do grupo e/ou através das relações estabelecidas entre produtor-usuários, ambos estrangeiros. Essas empresas foram classificadas na dinâmica inovativa Schumpeter *Mark II*. E o outro grupo de empresas de estratégias tecnológicas passivas e majoritariamente imitativas tendo em vista os baixos esforços inovativos formais, classificadas na dinâmica inovativa setorial Schumpeter *Mark I*, dinâmica que caracteriza setores de tecnologia madura.

Da mesma forma da perspectiva do usuário, vimos que os distintos esforços inovativos entre as empresas do setor de MF encontram contrapartida em nível da estrutura e sofisticação do usuário. Portanto, a análise desenvolvida corrobora a afirmação de que a heterogeneidade competitiva tem como causa básica a heterogeneidade tecnológica quanto aos distintos esforços inovativos e aprendizados tecnológicos empreendidos entre fabricantes de MF e usuários. Nestes termos, tanto a oferta quanto a demanda de MF no Brasil são fragmentadas tendo em vista a heterogeneidade das capacidades tecnológicas, esforços inovativos e empreendimento de inovações tanto entre os fabricantes como entre os usuários.

Essa situação não parece ter causa recente, embora nos últimos trinta anos tendeu-se a aumentar a heterogeneidade competitiva e tecnológica devido a vários fatores, como a mudança de paradigma, a turbulência macroeconômica quanto a juros e câmbio, estrutura tributária perversa, fracas condições sistêmicas para a inovação e ambiente de incerteza para o investimento e, conseqüentemente, para o crescimento econômico do país. Em verdade, as reformas estruturais buscaram, e não raro foram notadamente expressas nas próprias visões de política econômica, a concentração das estruturas de mercado. Foi isso que realmente aconteceu no setor de MF: a consolidação produtiva e tecnológica das empresas líderes.



## 8 CONCLUSÃO

A análise paradigmática e audaz de Schumpeter sobre o papel das inovações no processo de desenvolvimento econômico é há muito tempo reconhecida. Seja a inovação genuína ou radical do típico empresário schumpeteriano com crédito bancário, seja a inovação germinada nos laboratórios de P&D das grandes empresas e das universidades, é o processo de difusão de uma constelação de inovações, tanto de produto como de processo, encabeçadas pelos imitadores que espriam como uma onda os efeitos dinâmicos para economia como um todo. A teoria apreciativa neo-schumpeteriana ou evolucionária não apenas resgatou essa importante contribuição para o entendimento da dinâmica capitalista, mas contribui decisivamente para complementá-la. **Através de uma abordagem que busca os micro-fundamentos da evolução das tecnologias, mercados, instituições e do comportamento das firmas e dos indivíduos, a teoria evolucionária abre a caixa-preta e rompe com o quadro conceitual da teoria neoclássica para estudar os processos de inovações, os esforços inovativos e suas consequências, seja para uma firma, indústria, para a concorrência ou para economia como um todo.**

Embora o principal tema desta tese seja máquinas-ferramenta, e em que pese sua importância, entende-se que a competitividade de uma empresa não decorre apenas da produtividade do equipamento físico. No paradigma tecnológico microeletrônico, é mais importante para as empresas a capacidade tecnológica de processar e acumular informações e conhecimento através de processos de aprendizagem tecnológicos (P&D, *learnings*, etc.) para incorporá-los em novos produtos, processos e serviços, e/ou geração de conhecimento desincorporado em novas rotinas de gestão. Entretanto, essa afirmação também é válida para os fabricantes de MF. Em verdade, **esta tese contribui para o entendimento que o processo de inovação é sistêmico, e por isso a inovação não depende apenas dos produtores, mas também dos usuários.**

O novo paradigma tecnológico microeletrônico como um padrão de solução de problemas de ordem técnica fornece o conjunto de conhecimentos práticos e teóricos básicos para o desenvolvimento das tecnologias flexíveis. Em verdade, a elevada pervasividade da microeletrônica em novos produtos e processos desencadeou a onda de inovações radicais das tecnologias da informação e comunicação como o computador, novos dispositivos de automação CAD/CAM, CNC, robôs, CLP, etc., e novas MFs. Para a indústria de MF em nível mundial, a incorporação da microeletrônica em associação com a mecânica deu origem à

mecatrônica, e desencadeou um processo de reestruturação e rejuvenescimento do setor, com grande impacto e oportunidades para os setores usuários.

O desenvolvimento paulatino de novas MF/CNC permitiu redefinir as formas de produzir, que permitem associar automação, precisão, integração e flexibilidade dos sistemas produtivos, em que as economias de escopo são uma fonte importante das economias de escala. A descontinuidade tecnológica imposta pelo novo paradigma microeletrônico representou uma mudança de caráter definitivo tanto para o desenvolvimento de produto quanto na forma de organizar o processo de produção do artefato. Com efeito, o regime tecnológico (e, por conseguinte, a trajetória) do setor se renovou ao abrir novas oportunidades tecnológicas e revigorar as capacidades tecnológicas das empresas com o novo conhecimento base mais codificado, integrado, sistêmico e complexo. Por isso, também, o padrão de concorrência setorial se alterou de forma radical com o crescimento das escalas de produção, principalmente devido à própria característica racionalizadora das tecnologias microeletrônicas flexíveis; elevação dos investimentos em P&D mediante a necessidade das empresas de desenvolver capacidades tecnológicas para incorporarem as inovações microeletrônicas no produto; importância crescente da automação e integração microeletrônica no processo de fabricação e desenho e; intensificação da relação com fornecedores e usuários.

Não há a menor dúvida de que foi essa nova onda de inovações tecnológicas e organizacionais, juntamente às mudanças institucionais, que sedimentou o desenvolvimento de indústrias intensivas em tecnologia e o crescimento da economia mundial nas últimas três ou quatro décadas. **O sucesso de uma economia (de suas empresas e atores sociais) em face de uma nova onda científica e tecnológica depende de suas capacidades de criação e absorção de conhecimentos novos para responder e adaptar-se às condições dos mercados e tecnologias mundiais em mutação.** As mudanças estruturais envolvidas nesses processos incluem o desenvolvimento dessas novas tecnologias e conhecimentos que são adicionadas à capacidade de produção das empresas e economias e expressa um processo de acumulação de capacidades tecnológicas, lastreadas, principalmente, pelas mudanças institucionais e sociais, seguindo a determinação do novo paradigma tecnoeconômico.

A interdependência entre as forças macro-microeconômicas expressas na co-evolução das mudanças institucionais, da estrutura industrial e da tecnologia, embora garantisse uma alta taxa de crescimento econômico a partir da ISI e tenha configurado regimes de incentivos setoriais caracterizados por altas oportunidades de investimentos produtivos, incentivou regimes tecnológicos setoriais viciosos e esforços de aprendizagem tecnológicos informais e

passivos, e que, quando ativos e formais, ficou restrito a poucos setores e empresas. Diante da aceleração do processo de industrialização, o recurso ao licenciamento estrangeiro e a importação de bens de capital possibilitou o aperfeiçoamento das capacidades produtivas e de fabricação através de esforços tecnológicos e processos de aprendizagem informais e passivos - os processos inovativos mais ligados à inovação de processos para substituir importações -, mas insuficientes para a acumulação de capacidades fundamentais para o empreendimento generalizado de inovações de produto novo (e processo) para o mercado internacional. Ademais, mesmo as empresas líderes no ISI buscavam sê-lo majoritariamente para atender o mercado interno. A acumulação de capacidades inovativas e a materialização do progresso técnico em novos produtos e processos (serviços, etc.) para o mercado internacional somente ocorre através de processos de aprendizado em P&D e esforços para adaptar a tecnologia estrangeira a partir de intensas e estáveis interações e processos de cooperação produtor-usuário, e com instituições como as universidades, que produzem e reproduzem conhecimentos teóricos e práticos. Isso porque os conhecimentos não incorporados da tecnologia não podem ser adquiridos ou transferidos como os produtos físicos e instruções, ou através de suas *blueprints* e, portanto, o *know-how* deve ser desenvolvido localmente. Nestes termos, **processos de aprendizados tecnológicos formais e ativos são requeridos para a acumulação de conhecimentos tácitos complementares, para que o potencial da tecnologia possa ser explorado da melhor maneira possível.**

Quanto ao arcabouço regulatório e competitivo da PISI, aparece o caráter contraditório das políticas (econômica, industrial, tarifárias e não tarifárias) que vão influenciar o crescimento e a especialização do setor de MF, assim como da indústria de bens de capital. De um lado, as importações de bens de capital foram estimuladas, em diferentes momentos, por taxas de câmbio diferenciadas, importações sem cobertura cambial e isenções fiscais. De outro, se protegia a produção nacional de bens de capital com barreiras tarifárias e não tarifárias (lei do similar). Adicionalmente, os ramos industriais capitaneados pelas empresas estrangeiras caracterizados pelo emprego de tecnologia mais avançada que se instalaram no país após 1956 requeriam MFs de elevado nível tecnológico. A incapacidade da oferta interna em atender a esta fração sofisticada da demanda deslocava a procura para o mercado externo. Acentuou-se, assim, o desnível tecnológico entre a demanda e a oferta interna de MF. Tais incentivos contraditórios contribuíram para que o setor de MF nacional se concentrasse na produção de bens com menor conteúdo tecnológico e passasse a importar MF com maior sofisticação tecnológica.

Até o final da década de 1980, a consolidação da produção nacional de MF a partir da ISI ocorreu em produtos seriados convencionais de menor sofisticação tecnológica, e as empresas estrangeiras se firmaram nos segmentos mais sofisticados. **Essa especialização refletia a ambiguidade da política industrial da ISI da reserva de mercado e importação de tecnologias cada vez mais complexas. Pode-se inferir que essa especialização também refletia a estrutura da demanda e as características/sofisticação dos usuários de MF, principalmente no que diz respeito aos seus esforços tecnológicos e processos de aprendizagem tecnológicos informais e passivos.**

Nas décadas de 1970 e 1980 o desenvolvimento e a produção de novas MF/CNC com maior valor adicionado requeriam um conjunto de capacidades e conhecimentos de mais difícil acessibilidade, conhecimento base setorial caracterizado por complexo e mais codificado do que o mecânico, e que requer esforços contínuos de aprendizado tecnológico para inovação. Diante do deslocamento da fronteira tecnológica no setor de MF, o recurso ao licenciamento externo era a solução “natural” para o desenvolvimento da tecnologia. A política de informática, impondo a reserva de mercado, obrigou os fabricantes de MF nacionais e estrangeiros a realizarem adaptações e desenvolvimento de produtos e utilização de CNC licenciados nacionais de desempenho mais modesto. As limitações às importações e a proximidade dos produtores e usuários de CN/CNC foram fundamentais para o processo de aprendizagem dos fabricantes de MF que entraram no paradigma eletrônico nesse período, mas a obrigatoriedade de utilização dos CNC nacional de alto preço e baixo desempenho limitava a competitividade do setor. Da mesma forma, a adoção de tecnologias de base microeletrônica contribuiu para ampliar a heterogeneidade competitiva entre os fabricantes e os produtos ofertados na medida em que foram poucas as empresas que tinham conhecimentos acumulados do paradigma mecânico que conseguiram entrar na nova trajetória tecnológica.

Também é importante destacar as deficiências competitivas e estruturais do setor de MF no Brasil na década de 1980, como as baixas economias de escala, alta diversificação e, conseqüentemente, a falta de especialização produtiva e o baixo dinamismo tecnológico e inovativo. Em verdade, uma proporção dessas deficiências decorria do parque de fornecedores de partes e componentes pouco desenvolvido no país, problemas na qualidade dos produtos, maior preço dos componentes mecânicos e eletrônicos do que os importados, e atrasos nos prazos de entrega. A integração vertical das maiores empresas amenizava esses problemas, mas prejudicava o nível de especialização e as economias de escala, devido à excessiva diversificação produtiva e dispersão dos esforços tecnológicos. Portanto, as deficiências

competitivas tanto na cadeia produtiva quanto no próprio setor limitavam a competitividade externa em segmentos de mercado mais nobres. O PISI brasileiro foi configurado pelas mudanças da tecnologia e das instituições que interagem dinamicamente entre si e ajudam a explicar os sucessos e os problemas desse processo.

Os desafios impostos pela liberalização comercial e pelas novas tecnologias implicavam que o processo de reestruturação do setor de MF fosse à direção de que as empresas buscassem ganhos de produtividade e competitividade através da especialização, maior escala da produção e volume de faturamento, e uma trajetória menos verticalizada. Com a mudança do arcabouço regulatório e um ambiente mais contestável com a abertura econômica, podia-se esperar que a produção interna pudesse concorrer com as importações, e a especialização e as exportações fossem à direção da relação de complementaridade através do comércio internacional, como sugere a configuração do tipo de comércio intra-industrial do setor. Ademais, os desafios competitivos do setor de MF, assim como de outros setores industriais, eram de maior envergadura, haja vista as condições sistêmicas necessárias para isonomia competitiva com as importações tais como: condições de comercialização, financiamento, tributação, taxa de câmbio, preço dos insumos diversos (energia, aço, etc.) e política industrial, científica e tecnológica.

Considerando tais desafios e a possibilidade quase ilimitada de importações de MFs desenvolvidas em países com ambientes inovativos dinâmicos, o setor de MF promoveu na década de 1990 um processo de reestruturação com aumento da concentração da produção em poucas empresas, de consolidação das empresas líderes. Os esforços em busca da eficiência produtiva continuaram na década de 2000. As empresas com mais conhecimentos acumulados e maiores plantas (multiplantas) sobressaíram-se nos ganhos de produtividade e competitividade através da especialização e maiores escala da produção e volume de faturamento. As empresas do setor, de uma forma geral, buscaram a especialização, concentrando a produção em um número menor de famílias de MF de melhor qualidade, com maior conteúdo tecnológico e menores preços. Pode-se dizer que especialização e as exportações foram na direção da relação de complementaridade através do comércio internacional nas partidas de produtos como prensas, centros de usinagem e tornos a CNC. **A abertura econômica com a queda das barreiras tarifárias e não tarifárias para produtos finais e componentes e o processo de reestruturação das empresas buscando a eficiência produtiva levaram a uma convergência de preços de produto, mas ainda é perceptível o hiato tecnológico doméstico tendo em conta o setor em nível internacional.**

Por último, mas não menos importante, a análise do sistema de inovação e produção de MF no Brasil sugere que tal sistema é fragmentado, internacionalizado e pouco cooperativo, e que aproximadamente um quinto das empresas investe constantemente em P&D e uma minoria coopera efetivamente com fornecedores, usuários e com universidades. Ademais, há existência de duas dinâmicas inovativas no setor no Brasil: um grupo de empresas entre as líderes e seguidoras que investem continuamente em P&D, complementado através de licenciamento o desenvolvimento de produto, e no caso de empresas estrangeiras a partir do acesso aos conhecimentos de outras empresas do grupo e/ou através das relações estabelecidas entre produtor-usuário, ambos estrangeiros. Essas empresas foram classificadas na dinâmica inovativa Schumpeter *Mark II*. E o outro grupo de empresas, a grande maioria, com estratégias tecnológicas passivas e majoritariamente imitativas tendo em vista os baixos esforços inovativos formais, classificadas na dinâmica inovativa setorial Schumpeter *Mark I*, dinâmica que caracteriza setores de tecnologia madura. Parece ser difícil para esse último grupo de empresas fazer o *upgrade* constante de produtos devido, particularmente, à dificuldade de desenvolvimento de novas capacidades tecnológicas na própria área de desenvolvimento e incorporação de CNC nos artefatos.

**Da perspectiva do usuário, a análise sugere que os distintos esforços inovativos entre as empresas do setor de MF encontram sua contrapartida em nível da estrutura da demanda e também nos esforços para inovar dos usuários.** Por isso, há uma fragmentação em termos de dinâmica da inovação e produção em nível setorial, e a reprodução de um sistema inovativo que encontra sua correspondência na fragmentação da demanda e no grau de sofisticação do usuário. Nestes termos, **a heterogeneidade competitiva entre os fabricantes de MF tem como causas básicas não apenas os distintos esforços inovativos entre os mesmos, mas também os baixos esforços dos demandantes de MF, principalmente quanto à preferência revelada destes para inovação de processo que visam a baixos custos e não as inovações de produto que visariam à liderança e à abertura de novos mercados, que demandariam MF mais especializadas. Como em última instância são os usuários que selecionam as inovações no mercado, os baixos esforços inovativos para acumulação de capacidades tecnológicas dos mesmos operam para manutenção da heterogeneidade e do hiato tecnológico relativo em nível internacional dos fabricantes de MF nacionais, mesmo daqueles que continuam sendo competitivos nos segmentos de mercado em que atuam. Adicionalmente, a dinâmica institucional do período de ISI ajudou a configurar e propagar a heterogeneidade estrutural que caracteriza a economia brasileira.**

Portanto, **confirma-se a hipótese de que a especialização e a heterogeneidade competitiva no setor de MF foram condicionadas ao longo do tempo pela dinâmica institucional que atuou configurando o tamanho, estrutura da demanda e da sofisticação do usuário de MF, assim como a partir dos esforços tecnológicos em P&D e outros aprendizados tecnológicos (licenciamento) das empresas fabricantes. A busca de uma nova trajetória visando o fortalecimento do sistema de inovação e produção de MF no Brasil passa por ações de política industrial e tecnológica específicas, assim como outras ações destinadas a corrigir paulatinamente a heterogeneidade estrutural da economia.**

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVITZ, M. Catching up, forging ahead and falling behind. **Journal of Economic History**, New York, v. 26, n. 2, p. 385-406, 1986.

ABRAMOVITZ, M.; DAVID, P. A. Convergence and deferred catch-up: productivity leadership and the waning of American exceptionalism. **CEPR Publication n.401**, Stanford, Stanford University Press, 1994.

ALBUQUERQUE, E. M. *Catching up* no século XXI: construção combinada de sistemas de inovação e de bem-estar social. In: SICSÚ, J.; MIRANDA, P. (Org.). **Crescimento econômico: estratégias e instituições**. Rio de Janeiro: IPEA, v. 01, 2009, p.55-83.

ALCORTA, L. New Economic Policies and the Diffusion of Machine Tools in Latin America. **World Development**, v. 28, n. 9, p.1657-1672, 2000.

ALEM, A. C.; PESSOA, R. M. O setor de bens de capital e o desenvolvimento econômico: Quais são os desafios? **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 71-88, set., 2005.

ALMEIDA, F. L. A indústria de bens de capital no período 1956-78: uma síntese das evidências. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, n.35, p.387-422, out./dez., 1981.

AMITRANO, C. R. O modelo de crescimento da economia brasileira no período recente: condicionantes, características e limites. **Política Econômica em Foco**, Campinas, IE/UNICAMP, n. 7, p.206-249, nov. 2005/abr. 2006.

AMITRANO, C. R. O regime de crescimento econômico brasileiro: uma apreciação sobre o período 1995-2009. In: **Brasil em Desenvolvimento: Estado, planejamento e políticas públicas**. Brasília: IPEA, 2010, p.56-84.

AMSDEN, A. H. The division of labour is limited by the type of market: the case of the Taiwanese machine tool industry. **World Development**, v.5, n.3, p. 217-233, 1977.

ANDERSSON, M.; KARLSSON, C. The role of accessibility for regional innovation systems. **JIBS Working Paper Series**. Sweden, n.2002-3, 2002.

ARAÚJO, B. C. Indústria de bens de capital. In: DE NEGRI, J. A.; LEMOS, M. B. **O núcleo tecnológico da indústria brasileira**. v.1. Brasília: IPEA/FINEP/ABDI, 2011, p. 409-514.

ARAÚJO JR., J.; CORREIA, P.; CASTILHO, M. Oportunidades estratégicas da indústria brasileira na década de 1990. In: VELLOSO, J. P. R. (Org.). **Estratégia industrial e retomada do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1992.

AREND, M. **50 anos de industrialização no Brasil (1955-2005): uma análise evolucionária**. Tese (Doutorado em Economia) - Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.



ARNOLD, H. The recent history of the machine tool industry and the effects of technological change. **LMU paper**, nov. 2001. Disponível em: <http://www.inno-tec.bwl.uni-muenchen.de/forschung/forschungsprojekte/abgeschlossen/techschocks/heinrich1.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2012.

ARRUDA, M.; VERMULM, R.; HOLLANDA, S. **Inovação tecnológica no Brasil: a indústria em busca da competitividade global**. São Paulo: Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (ANPEI), 2006.

ARTHUR, W. B. Competing technologies increasing returns and lock-in by historical events. **The Economic Journal**, Cambridge, n. 99, 116-131, mar. 1989.

AVELLAR, A. P. **Inovação no setor de bens de capital**. Relatório final do Projeto Diretório da Pesquisa Privada. Araraquara: Convênio FUNDUNESP-FINEP, 2003. (Cópia). Disponível em: <http://www.finep.gov.br/portaldpp/index.asp>. Acesso em: 10 fev. 2010.

BAARK, E. The Accumulation of Technology: Capital Goods Production in Developing Countries Revisited. **World Development**, v.19, n.7, p. 903-914, 1991.

BACHA, E. L.; BONELLI, R. Uma interpretação das causas da desaceleração econômica do Brasil. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v.25, n.3, p. 163-189, jul./set. 2005.

BARROS, J. R. M.; GOLDENSTEIN, L. Avaliação do processo de reestruturação industrial brasileiro. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v.17, n.2, abr./jun. 1997.

BAPTISTA, M. A. C. **A abordagem neo-schumpeteriana: desdobramentos normativos e implicações para a política industrial**. Tese (Doutorado em Economia) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

BAPTISTA, M. A. C.; JORGE, M. MENDONÇA. **Política industrial: condicionantes e desafios**. São Paulo: Desep/CUT, 1993. (Relatório de Pesquisa).

BAER, W; KERSTENETZKY, I.; VILLELA, A. As modificações do papel do Estado na economia brasileira. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v.3, n.4, p.883-912, dez., 1973.

BELL, M.; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. **Industrial and Corporate Change**, v.2, n.1, p.157-210, jan. 1993.

BELLUZZO, L. G.; ALMEIDA, J. G. **Depois da Queda: a economia brasileira da crise da dívida aos impasses do Real**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2002.

BERTASSO, B. F. **Bens de capital seriados**. Documento setorial do Projeto Perspectivas do Investimento no Brasil, jan. 2009. Disponível em: [http://www.projetopib.org/arquivos/07\\_ds\\_mecanica\\_bens\\_seriados.pdf](http://www.projetopib.org/arquivos/07_ds_mecanica_bens_seriados.pdf). Acesso em: 30 mar. 2011.

BIELSCHOWSKY, R. **Investimentos na indústria brasileira depois da abertura e do real:** o miniciclo de modernizações, 1995-1997. CNI/CEPAL, 1999 (Série Reformas Econômicas, 44).

BONELLI, R.; FAÇANHA, L. O. A indústria de bens de capital no Brasil: desenvolvimento, problemas e perspectivas. In: Suzigan, W. (Ed.). **Indústria:** política, instituições e desenvolvimento. Rio de Janeiro: IPEA, série monográfica, 1978, p.309-372.

BONELLI, R.; MALAN, P. Os limites do possível: notas sobre balanço de pagamentos e indústria nos anos 70. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, ago. 1976.

BONELLI, R.; VEIGA, P. M.; BRITO, A. F. As políticas industrial e de comércio exterior no Brasil: rumos e indefinições. **Texto para Discussão n.527**, Rio de Janeiro, IPEA, p.1-72, nov. 1997.

BRASIL. Casa Civil da Presidência da República. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Ministério da Fazenda. Ministério do Planejamento. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Banco Nacional de Desenvolvimento, Econômico e Social. Financiadora de Pesquisa e Projetos. Agência de Promoção das Exportações. **Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE)**, nov. 2003. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/download/Diretrizes\\_Oficial.pdf](http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/download/Diretrizes_Oficial.pdf). Acesso em: 25 julho 2012.

BRESCHI, S., MALERBA, F. Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries. In: EDQUIST, C. (Ed.). **Systems of Innovation**. London: Pinter, 1997, p.130-156.

BRESSER-PEREIRA, L. C. O Segundo Consenso de Washington e a Quase-Estagnação da Economia Brasileira. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 3-34, 2003.

BRESSER-PEREIRA, L. C. Celso Furtado: o desenvolvimento como missão. In: SABOIA, J. (Org.); CARVALHO, F. J. C. (Org.). **Celso Furtado e o século XXI**. Rio de Janeiro: Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007, p.63-80.

BRESSER-PEREIRA, L. C.; GALA, P. Porque a poupança externa não promove crescimento. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 3-19, jan./mar. 2007.

BRUNO, M. Acumulação de capital e crescimento econômico no Brasil: uma análise do período 1950-2006. In: SICSÚ, J.; MIRANDA, P. (Org.). **Crescimento econômico: estratégias e instituições**. Rio de Janeiro: IPEA, v. 01, p. 85-111, 2009.

CARNEIRO, R. **Desenvolvimento em crise:** a economia brasileira no último quarto do século XX. São Paulo: Editora UNESP (FEU), 2002.

CARVALHO, P. G. M.; FEIJÓ, C. A. Produtividade industrial no Brasil: o debate recente. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v.28, n.3, p.232-255, 2000.

CARVALHO, V. R. S.; LIMA, G. T. Estrutura produtiva, restrição externa e crescimento econômico: a experiência brasileira. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 31-60, abr. 2009.

CASSIOLATO, J. E. The role of user-producer relations in innovation and diffusion of new technologies: lessons from Brazil. Tese (Doutorado em Economia) - Science Policy Research Unit, University of Sussex. 1992. Disponível em: [http://www.sinal.redesist.ie.ufrj.br/dados/nt\\_count.php?projeto=ts1&cod=7](http://www.sinal.redesist.ie.ufrj.br/dados/nt_count.php?projeto=ts1&cod=7). Acesso em: 30 jun. 2011.

CASSIOLATO, J. E. Que futuro para a indústria brasileira? In: BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Secretaria de Tecnologia Industrial. Confederação Nacional da Indústria. Instituto Euvaldo Lodi. **O futuro da indústria: oportunidades e desafios. A reflexão da universidade**. Brasília, 2001, p. 9-47.

CASSIOLATO, J. E.; BRITTO, J. N. P.; VARGAS, M. A. Arranjos cooperativos e inovação na indústria brasileira. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (Org.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005, p.511-576.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, M. E. Tecnoglobalismo e o papel dos esforços de P,D&I de multinacionais no mundo e no Brasil. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n.20, p.1225-1246, jun. 2005.

CASTALDI, C.; CIMOLI, M.; CORREA, N.; DOSI, G. Technological learning, policy regimes, and growth: the long-term patterns and some specificities of a 'globalized' economy. In: CIMOLI, M.; DOSI, G.; STIGLITZ, J. E. (Ed.). **Industrial policy and development**. Oxford: Oxford University Press, 2009.

CASTRO, A. B. O Brasil e as economias de crescimento rápido. In: VELLOSO, J. P. R. **Estratégia industrial e retomada do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1992.

CASTRO, A. B. A Reestruturação Brasileira nos Anos 90: uma interpretação. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v.21 n.3, p. 3-25, jul./set. 2001.

CASTRO, A. B.; SOUZA, F. E. P. **A economia brasileira em marcha forçada**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985. (Coleção Estudos Econômicos, v.91).

CHANG, H. The political economy of industrial policy. In: CHANG, H. **Globalisation, Economic Development and the Role of the State**. London: Zed Books, 2004, p.105-155.

CIMOLI, M.; DELLA GIUSTA, M. The nature of technological change and its main implications on national and local systems of innovation. **IIASA Interim Reports 29**, jun. 1998.

CIMOLI, M.; KATZ, J. Structural reforms, technological gaps and economic development: a Latin American Perspective. Naciones Unidas/CEPAL, **Serie desarrollo productivo 129**, aug. 2002.

CHUDNOVSKY, D. The diffusion and production of numerically controlled machine tools with special reference to Argentina. **World Development**. v. 16, n. 6, p. 723-731, 1988.

CHUDNOVSKY, D.; ERBER, F. E. El impacto del MERCOSUR sobre la dinámica del sector de maquinas-herramienta. In: TACCONE, J. J.; GARAY, L. J. (Ed.). **Impacto sectorial de la integración en el MERCOSUR**. Buenos Aires: BID/INTAL, 1999, p. 573-667.

COHEN, W. M., LEVINTHAL, D. Innovation and learning: the two faces of R&D. The **Economic Journal**, v.99, n.397, p.569-596, sep. 1989.

CONCEIÇÃO, O. A. C. Instituições, crescimento e mudança na ótica institucionalista. **Teses FEE**, Porto Alegre, n.01, mar. 2002.

CORÒ, G. Distritos e sistemas de pequena empresa em transição. In: COCCO, G. *et alii* (eds), **Empresários e Empregos nos Nossos Territórios Produtivos: o caso da Terceira Itália**. 2.ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2002, p. 147-197.

COUTINHO, L. G. A especialização regressiva: um balanço do desempenho industrial pós-estabilização. In: VELLOSO, J. P. R. (Org.). **Brasil: desafios de um país em transformação**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1997.

COUTINHO, L. G. Regimes macroeconômicos e estratégias de negócios: uma política industrial alternativa para o Brasil no século XXI. In: LASTRES, H. M. M. (Org.); CASSIOLATO, J. E. (Org.); ARROIO, A. (Org.). **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ; Contraponto, 2005, p.429-448.

COUTINHO, L. G.; BELLUZZO, L. G. M. Estado, sistema financeiro e forma de manifestação da crise: 1929-1974. In: BELLUZZO, L. G. M. (Org.); COUTINHO, R.(Org.) **Desenvolvimento Capitalista no Brasil: ensaios sobre a crise**. Campinas: IE/UNICAMP, v.1, 2 ed., p. 9-36, 1983.

COUTINHO, L. G.; FERRAZ, J. C. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. Ministério da Ciência e Tecnologia, Financiadora de Estudos e Projetos, Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Campinas: IE-UNICAMP/IEI-UFRJ/FDC/FUNCEX, 1993. (Relatório final).

CRUZ, H. N. **Mudança tecnológica no setor metal-mecânico do Brasil: resultados de estudos de caso**. Tese (Livre-Docência em Economia) - Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985. Publicação do Instituto de Pesquisa Econômica (IPE-USP).

CRUZ, H. N. **Competitividade da indústria de máquinas-ferramenta**. Estudo da competitividade da indústria brasileira. Campinas: MCT/FINEP/PADCT/IE-UNICAMP, 1993. (Nota técnica setorial).

CRUZ, P. D. Notas sobre o endividamento externo brasileiro nos anos setenta. In: BELLUZZO, L. G. M.; COUTINHO, R.(Org.) **Desenvolvimento Capitalista no Brasil: ensaios sobre a crise**. Campinas: IE/UNICAMP, v.2, 2 ed., p. 59-106, 1983.

DAVID, P.; FORAY, D. Economic fundamentals of the knowledge society. **SIEPR Discussion Paper Series**, Stanford University, 2002. Disponível em: <http://www-econ.stanford.edu/faculty/workp/index.html>. Acesso 05 jan. 2003.

DE NEGRI, J. A. **Rendimentos crescentes de escala e o desempenho exportador das firmas industriais brasileiras**. 2003. Tese (Doutorado em Economia), Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S.; CASTRO, A. B. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (Org.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005, p.5-46.

DE NEGRI, J. A.; LEMOS, M. B (Org.). **O núcleo tecnológico da indústria brasileira**. Brasília: IPEA/FINEP/ABDI, 2011.

DE NEGRI, J. A. *et alii*. Empresas líderes na indústria brasileira: recursos, estratégias e inovação. In: DE NEGRI, J. A.; LEMOS, M. B. **O núcleo tecnológico da indústria brasileira**. v.1. Brasília: IPEA/FINEP/ABDI, 2011, p.11-56.

DEZA, X. V. Economía de la innovación y del cambio tecnológico: una revisión crítica. Madrid: Siglo XXI, 1995.

DOSI, G., (1988 a). Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. **Journal of Economic Literature**, Nashville, v. 26, p.1120-1171, sept.1988.

DOSI, G., (1988 b). The Nature of the Innovative Process. In: Dosi *et alii* (eds.). **Technical Change and Economic Theory**. London: Printer Publisher, 1988, p. 221-238.

DOSI, G.; PAVITT, K.; SOETE, L. **La Economía del Cambio Técnico y el Comercio Internacional**. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México: Miguel Ángel Porrúa, 1993.

DOSI, G. **Mudança técnica e transformação industrial: a teoria e uma aplicação à indústria de semicondutores**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2006. (Clássicos da Inovação).

ECOSTRAT/ABIMAQ. **O setor de bens mecânicos de capital e as negociações comerciais de acesso a mercado: estratégia para o setor**, 2006. Manuscrito.

EDQUIST, C. Systems of innovation approaches: their emergence and characteristics. In: EDQUIST, C. (ed.). **Systems of Innovation**. London: Pinter Publisher, 1997, p. 1-35.

ERBER, F. S.; ARAÚJO JUNIOR, J. T. Notas sobre a indústria brasileira de bens de capital: tecnologia e o setor público. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, mar. 1973.

ERBER, F. S. (Coord.) *et alii*. **Absorção e criação de tecnologia na indústria de bens de capital**. Rio de Janeiro: Arte Moderna, 1974. (Financiadora de Estudos e Projetos-FINEP Série Pesquisas n.2).

ERBER, F. S. O padrão de desenvolvimento industrial e tecnológico e o futuro da indústria brasileira. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 5, p.1-32, 2001. Edição Especial.

ERBER, F. S. Innovation and the development convention in Brazil. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v.3, n.1, p.35-54, jan./jun. 2004.

ERBER, F. S. Inovação tecnológica na indústria brasileira no passado recente: uma resenha da literatura econômica. **Texto para Discussão CEPAL-IPEA n.17**, Brasília: CEPAL, Escritório no Brasil/IPEA, 2010.

ERBER, F. S.; CASSIOLATO, J. E. Política industrial: teoria e prática no Brasil e na OCDE. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v.17, n.2, p.32-60, abr./jun. 1997.

ERBER, F. S.; VERMULM, R. **Ajuste estrutural e estratégias empresariais**. Rio de Janeiro: IPEA, 1993. (Série IPEA, 144).

EXPORT-IMPORT BANK OF INDIA. Indian capital goods industry: a sector study. **Occasional paper**, Mumbai, n. 124, p.1-125, jun. 2008.

FANELLI, J. M.; FRENKEL, R. Estabilidad y estructura: interacciones en el crecimiento económico. In: KATZ, J. (Ed.). **Estabilización macroeconómica, reforma estructural y comportamiento industrial**: estructura y funcionamiento del sector manufacturero latinoamericano en los años 90. Buenos Aires: CEPAL/IDRC/Alianza Editorial, 1996, p.21-79.

FELTRIN, L. **Inserção brasileira no comércio internacional de bens de capital (1991-2000)**: desempenho e perfil de especialização. Dissertação (Mestrado em Economia), Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, 2002.

FERRARI FILHO, F. O legado do Plano Real: uma estabilização sem crescimento econômico? In: Carlos Nelson dos Reis. (Org.). **América Latina**: crescimento no comércio mundial e exclusão social. Porto Alegre: Dacasa, 2001, v. , p. 211-227.

FERRAZ, J. C. O desempenho tecnológico da indústria brasileira: padrão de maturação e seus determinantes. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v.17, p.437-456, ago. 1987.

FERRAZ, J. C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. **Made in Brazil**: desafios competitivos para a indústria. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

FERRAZ, M. B. Retomando o debate: a nova política industrial do governo Lula. **IPEA, Planejamento e Políticas Públicas-PPP**, n.32, 2009.

FINEGOLD, D. (Ed.) *et alii*. **The decline of the U.S. machine-tool industry and prospects for its sustainable recovery**. Santa Monica: RAND Corporation, v. 1, 1994.

FINEGOLD, D. (Ed.) *et alii*. **The decline of the U.S. machine-tool industry and prospects for its sustainable recovery**. Santa Monica: RAND Corporation, v. 2, 1994.

FONSECA, P. C. D. **Vargas: o capitalismo em construção**. 2.ed. São Paulo, Brasiliense, 1999.

FONSECA, P. C. D. Sobre a intencionalidade da política industrializante no Brasil na década de 1930. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v.23, n.1, p.133-148, jan./mar. 2003.

FONSECA, P. C. D.; MONTEIRO, S. M. M. O Estado e suas razões: o II PND. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 28-46, jan./mar. 2007.

FRANCO, G. Inserção externa e o desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v.8, n.3, p.121-147, jul./set., 1998.

FREEMAN, C. Innovacion y la estrategia de la empresa. In Freeman, C. **La teoria económica de la innovacion industrial**. Madri: Alianza Editorial, 1975, p. 255-282.

FREEMAN, C. The 'National System of Innovation' in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v.19, n.1, p.5-24, 1995.

FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural crises of adjustment business, cycles and investment behaviour. In: DOSI, G. *et alii*, (eds). **Technical change and economic theory**. London: Pinter, 1988, p.38-66.

FREEMAN, C.; LOUÇÃ, F. **As time goes by: from the industrial revolutions to the information revolution**. Oxford: Oxford University Press, 2001.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **A economia da inovação industrial**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2008. (Clássicos da Inovação).

FORAY, D.; LUNDVALL, B. A. From the economics of knowledge to the learning economy. In: OECD, **Employment and Growth in the Knowledge-based Economy**, 1999, p. 11-34.

FURTADO, C. **O Brasi pós-“milagre”**. 3 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981. (Coleção Estudos brasileiros v.54).

FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. São Paulo: Companhia Editora Nacional/Publifolha, 2000.

FURTADO, C. **Teoria e política do desenvolvimento econômico**. 10 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

FURTADO, C. **A economia latino-americana: formação histórica e problemas contemporâneos**. 4 ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

FURTADO, J. Análise dos efeitos de cadeias de comercialização nos Estados Unidos para a competitividade das exportações brasileiras. In: BAUMANN, R. (org). **A Alca e o Brasil: uma contribuição ao debate**. Brasília: IPEA/CEPAL. Escritório no Brasil, 2003. Disponível em: [www.cepal.org/brasil/noticias/noticias/5/13995/miolo\\_Alca\\_pdf.pdf](http://www.cepal.org/brasil/noticias/noticias/5/13995/miolo_Alca_pdf.pdf). Acesso em: 30 julho 2012.

FURTADO, A. T.; CARVALHO, R. Q. Padrões de intensidade tecnológica da indústria brasileira: um estudo comparativo com os países centrais. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 70-84, jan./mar. 2005.

GALA, P. Real exchange rate levels and economic development: theoretical analysis and econometric evidence. **Cambridge Journal of Economics**, London, v. 32, n. 2, p. 273-288, mar. 2008.

GARCIA, R.; ROSELINO, J. E. Uma avaliação da lei de informática e de seus resultados como instrumento indutor de desenvolvimento tecnológico e industrial. **Gestão & Produção**, v.11, n.2, p.177-185, mai./ago. 2004

GERSCHENKRON, A. **Atraso económico y industrialización**. Barcelona: Ariel, 1973.

GIAMBIAGI, F. Rompendo com a ruptura: o governo Lula (2003-2004). In: GIAMBIAGI, F.; VILLELA, A.; CASTRO, L. B.; HERMANN, J. (Org.). **Economia Brasileira Contemporânea** (1945-2004). Rio de Janeiro: Elsevier, 2005, p. 196-217.

GIULIANI, E.; PIETROBELLI, C.; RABELLOTTI, R. Upgrading in global value chains: lessons from Latin America clusters. **World Development**, v. 33, n. 4, p. 549-573, 2005.

GONÇALVES, R. Competitividade internacional e integração regional: a hipótese da inserção regressiva. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 5, n. especial, 2001.

GOUVEA, R. R.; LIMA, G. T. Structural change, balance-of-payments constraint and economic growth: evidence from the multi-sectoral Thirlwall's Law, **Anais...** Encontro Nacional de Economia da ANPEC, 2009.

GUIMARÃES, E. A.; FORD, E. M. Ciência e tecnologia nos planos de desenvolvimento: 1956/73. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v.5, n.2, p.385-432, dez., 1975.

GUIMARÃES, E. A.; ARAÚJO JR. J. T.; ERBER, F. **A política científica e tecnológica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1985.

HERMANN, J. Reformas, endividamento externo e o “milagre” econômico. In: GIAMBIAGI, F.; VILLELA, A.; CASTRO, L. B.; HERMANN, J. (Org.). **Economia Brasileira Contemporânea** (1945-2004). Rio de Janeiro: Elsevier, 2005, p. 69-92.

IEDI. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial. **Mudança estrutural e produtividade industrial**. nov.2007. Disponível em: [http://www.iedi.org.br/admin\\_ori/pdf/20071127\\_estrind.pdf](http://www.iedi.org.br/admin_ori/pdf/20071127_estrind.pdf). Acesso em: outubro de 2008.

IEDI. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial. **Indústria e política industrial: no Brasil e em outros países**. 2011. Disponível em: <http://retaguarda.iedi.org.br/midias/artigos/4e29efc37b032090.pdf>. Acesso em: julho 2012.



KATZ, J. Las innovaciones tecnológicas internas y la ventaja comparativa dinámica: nuevas reflexiones sobre un programa comparativo de estudios de casos. In: TEITEL, S; WESTPHAL, L. (Ed.). **Cambio Tecnológico e Desarrollo Industrial**. Banco Interamericano de Desarrollo. México: Fondo de Cultura Económica, 1992, p.23-50.

KATZ, Jorge. A dinâmica do aprendizado tecnológico no período de substituição de importações e as recentes mudanças estruturais no setor industrial da Argentina, Brasil e México. In: KIM, L. (Org.); NELSON, R. (Org.). **Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005, p.413-448.

KREGEL, J. Financial flows and international imbalances: the role of catching up by late industrializing developing countries. Levy Economics Institute of Bard College, **Working Paper n.528**, New York, February, 2008.

KUME, H.; PIANI, G. Mercosul: o dilema entre união aduaneira e área de livre-comércio. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v.25, n.4, p.370-390, out./dez., 2005.

KUPFER, D.; ROCHA, F. Determinantes setoriais do desempenho das empresas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J. A. (Org.); SALERNO, M. S. (Org.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005, p.253-297.

LABINI, P. S. **Oligopólio e progresso técnico**. São Paulo: Nova Cultural, 1988. (Os economistas).

LALL, S. A mudança tecnológica e a industrialização nas economias de industrialização recente da Ásia: conquistas e desafios. In: KIM, L. (Org.); NELSON, R. (Org.). **Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005, p.25-99.

LAPLANE, M. F. O complexo eletrônico na dinâmica industrial dos anos 80. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, 1992.

LAPLANE, M. F.; FERREIRA, C. K. L. **A indústria brasileira de bens de capital**. Versão final do relatório setorial do convênio UNICAMP-IE. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo. Conselho Estadual de Política Industrial, Comercial e Agroindustrial, 1985. (Diagnóstico setorial).

LAPLANE, M.; SARTI, F. Investimento direto estrangeiro e a retomada do crescimento sustentado nos anos 90. **Economia e Sociedade**, Campinas, n.8, p.143-181, jun. 1997.

LAPLANE, M.; SARTI, F. Prometeu Acorrentado: o Brasil na indústria mundial no século XXI. **Política Econômica em Foco**, Campinas, IE/UNICAMP, n. 7, p.271-291, nov. 2005/abr. 2006.

- LEE, K. O aprendizado tecnológico e o ingresso das empresas usuárias de bens de capital na Coréia do Sul. In: KIM, L.; NELSON, R. (Org.). **Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005, p.235-266.
- LESSA, C. **A estratégia de desenvolvimento: 1974 – 1976. Sonho e fracasso**. Campinas: UNICAMP. IE., 2 ed., 1998.
- LESSA, C. **Quinze anos de política econômica**. São Paulo: Brasiliense, 2 ed., 1981.
- LUNDEVALL, B-Å (Ed.). **National innovation systems: towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter, 1992.
- MALERBA, F. Learning by firms and incremental technical change. The **Economic Journal**, p. 845-859, july, 1992.
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological regimes and sectoral patters of inovative activities. In: DOSI, G. (Ed.); MALERBA, F. (Ed.). **Organizations and Strategy in the Evolution of Enterprise**. London: Oxford University Press, 1997, p.83-117.
- MALERBA, F. Sectoral Systems and Innovation and Technology Policy. Paper apresentado no Workshop “**Frontiers of Innovation Research and Policy**”. Instituto de Economia/UFRJ e Institute of Innovation University of Manchester. Rio de Janeiro, setembro de 2002.
- MARSILI, O. VERSPAGEN, B. Technological Regimes and Innovation: Looking for Regularities in Dutch Manufacturing. *Paper for DRUID's Nelson-Winter Conference*, June 2001. Disponível no *site* <http://www.druid.dk/>. Acesso em: agosto de 2002.
- MARSON, M. D. **Mudança tecnológica na indústria de bens de capital no Estado de São Paulo, 1928-1937**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- MASKELL, P.; MALMBERG, A. The competitiveness of firms and regions. “Ubiquitification” and a importance of localized learning. **European Urban and Regional Studies**, v. 6, n. 1, p. 9-25, 1999.
- MAZZOLENI, R. Learning and path-dependence in the diffusion of innovations: comparative evidence on numerically controlled machine tools. **Research Policy**, v.26, p. 405-428, dec. 1997.
- MIGUEL, P. P. **Paridade de juros, fluxo de capitais e eficiência do mercado de câmbio no Brasil: evidência dos anos 90**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. (23º Prêmio BNDES de Economia, Rio de Janeiro, 2001).
- MIRANDA, J. C. Reestructuración industrial en un contexto de inestabilidad macroeconómica. El caso de Brasil. In: KATZ, J. (Ed.). **Estabilización macroeconómica, reforma estructural y comportamiento industrial: estructura y funcionamiento del sector manufacturero latinoamericano en los años 90**. Buenos Aires: CEPAL/IDRC/Alianza Editorial, 1996, p.163-190.

MOREIRA, M. M. A indústria brasileira nos anos 90. O que já se pode dizer? In: GIAMBIAGI, F. (org); MOREIRA, M.M. (Org.). **A Economia brasileira nos anos 90**. Rio de Janeiro: BNDES, 1999, p. 293-332.

NASSIF, A. Estrutura e competitividade da Indústria de bens de Capital Brasileira. **Texto para Discussão BNDES nº109**. Rio de Janeiro, ago. 2007.

NASSIF, A.; FERREIRA, T. T. O setor de bens de capital: diagnóstico e perspectivas. In: ALÉM, A. C. (Org.); GIAMBIAGI, F. (Org.). **O BNDES em um Brasil em transição**. Rio de Janeiro: BNDES, 2010.

NELSON, R. The co-evolution of technology, industrial structure, and supporting institutions. In: DOSI, G. (Ed.); TEECE, D. J. (Ed.); CHYTRY, J. (Ed.). **Technology, organizations, and competitiveness: perspectives on industrial and corporate change**. London: Oxford University Press, 1998, p. 319-335.

NELSON, R. The coevolution of technology and institutions as the driver of economic growth. In: FOSTER, J.; METCALFE, J. E. (Eds.). **Frontiers of Evolutionary Economics: Competition, Self-Organization and Innovation Policy**. Cheltenham: Edward Elgar, 2001, p.19-40.

NELSON, R. **As fontes do crescimento econômico**. Campinas: Editora da Unicamp, 2006. (Clássicos da Inovação).

NELSON, R.; WINTER, S. G. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005. (Clássicos da Inovação).

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. **Technology and the Economy: Key Relationship**. Paris, 1992.

PALMA, G. Gansos voadores e patos vulneráveis: a diferença da liderança do Japão e dos Estados Unidos, no desenvolvimento do Sudeste Asiático e da América Latina. In: FIORI, J. L. (Org.). **O Poder Americano**. Petrópolis: Vozes, 2004, p.393-454.

PASINETTI, L. L. **Structural change and economic growth: a theoretical essay on the dynamics of wealth of nations**. New York: Cambridge University Press, 1988.

PASSOS, M. C. Competitividade da indústria de máquinas-ferramenta do Rio Grande do Sul. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v.24, n.2, p. 133-159, 1996.

PASSOS, M. C. Considerações sobre a capacitação tecnológica na indústria de máquinas-ferramentas do Rio Grande do Sul. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v.20, n.1, p. 209-227, 1999.

PATEL, P.; PAVITT, K. Uneven (and divergent) technological accumulation among advanced countries: evidence and framework of explanation. In: DOSI, G.; TEECE, D. J.; CHYTRY, J. (Ed.). **Technology, organizations, and competitiveness: perspectives on industrial and corporate change**. London: Oxford University Press, 1998, p. 289-317.

PAVITT, K. Sectoral patters of innovation: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v.13, 1984, p. 343-373.

PAVITT, K. Technologies, products and organization in the innovating firm: what Adam Smith tells us and Joseph Schumpeter doesn't. **Industrial and Corporate Change**, v. 7, n. 3, p. 433-452, 1998.

PÉREZ, C. **Revoluciones tecnológicas y capital financiero**: la dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza. México: Siglo XXI, 2004.

PORTER, M. **Vantagens competitivas das nações**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

QUADROS, R.; BRISOLLA, S.; FURTADO, A.; BERNARDES, R. Força e Fragilidade do Sistema de Inovação Paulista. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 3, 2000, p. 124-141.

RANGEL, I. **Ciclo, tecnologia e crescimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1982.

RODRIGUES, D. A.; ALMEIDA, L. S. T. **Competitividade da indústria paulista**: proposta de políticas. São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), 2008.

RODRÍGUEZ, O. La agenda del desarrollo (elementos para su discusión). **Economía-Ensaíos**, n. 16(2)/17(1), jul./dez, 2002.

RODRIK, D. Growth Strategies. In: AGHION, Philippe; DURLAUF, Steven (Ed.). **Handbook of Economic Growth**. V.1A. Amsterdam: Elsevier North-Holland, 2005.

RODRIK, D. **The real exchange rate and economic growth: theory and evidence**. *NEUDC Papers*, Northeast Universities Development Consortium Conference, Center for International Development, 2007. Disponível em: [http://www.cid.harvard.edu/neudc07/docs/neudc07\\_s1\\_p04\\_rodrik.pdf](http://www.cid.harvard.edu/neudc07/docs/neudc07_s1_p04_rodrik.pdf). Acesso em: 20 jun. 2010.

RESENDE, M. F., ANDERSON, P. Mudanças estruturais na indústria brasileira de bens de capital. **Texto para Discussão IPEA n.658**, jul. 1999.

ROMI. **Demonstrações financeiras 2002**. Disponível em: [www.romi.com.br](http://www.romi.com.br). Acesso em: ago. de 2012.

ROMI. **Demonstrações financeiras 2003**. Disponível em: [www.romi.com.br](http://www.romi.com.br). Acesso em: ago. de 2012.

ROMI. **Apresentação Institucional na APIMEC/SP**, 2007; 2008. Disponível em: [www.romi.com.br](http://www.romi.com.br). Acesso em: 31 ago. 2012.

ROMI. **Fato Relevante**, Aquisição da Burkhardt + Weber Fertigungssysteme GmbH, em 22 de dezembro de 2011. Disponível em: [www.romi.com.br](http://www.romi.com.br). Acesso em: jan. de 2012.

ROSENBERG, N. **Tecnología y economía**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1979.

ROSENBERG, N. **Exploring the Black Box: Technology, Economics, and History**. Cambridge : Cambridge University Press, 1994.

ROSENBERG, N. **Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2006. (Clássicos da Inovação).

ROSENBERG, N.; FRISCHTAK, C. R. Inovação tecnológica e ciclos de Kondratiev. **Pesquisa e Planejamento Econômica**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 675-706, dez. 1983.

SALERNO, M. S.; DAHER, T. **Política industrial, tecnológica e de comércio exterior do Governo Federal (PITCE): Balanço e Perspectivas**. Disponível em: [http://investimentos.desenvolvimento.gov.br/sistemas\\_web/renai/public/arquivo/arq1272980896.pdf](http://investimentos.desenvolvimento.gov.br/sistemas_web/renai/public/arquivo/arq1272980896.pdf). Acesso em: 27 jun. 2012.

SAMPAIO, D. M. S.; GALA, P. Desequilíbrio cambial e crescimento econômico: uma análise empírica baseada no modelo Balassa-Samuelson. In: XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA (ANPEC), **Anais...** Salvador, 2008. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro2008/artigos/200807211237190-.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2012.

SANTOS, M.; CARVALHO, E. L. M.; MACHADO, M. F.; PICCININI, M. S. A indústria brasileira de máquinas-ferramenta. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 26, p. 81-100, set. 2007.

SERRA, J. Ciclos e Mudanças Estruturais na Economia Brasileira do Pós-Guerra. In: BELLUZZO, L. G. M.; COUTINHO, R.(Org.) **Desenvolvimento Capitalista no Brasil: ensaios sobre a crise**. Campinas: IE/UNICAMP, v.1, 2 ed., p. 56-121, 1983.

SILVEIRA, I. O setor de bens de capital. In: **BNDES 50 anos: histórias setoriais**. Rio de Janeiro: BNDES, 2002.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Nova cultural, 1997.

SOIFER, R. J. La producción metalmeccánica: un analisis de la frontera tecnica mecanica y electronica mundial. In: KATZ, J (Org.) **Desarrollo y crisis de la capacidad tecnológica Latino Americana: el caso de la industria metalmeccánica**. Buenos Aires: BID/CEPAL/CIID/PNUD, 1986.

STRACHMAN, E.; AVELLAR, A. P. M. Estratégias, desenvolvimento tecnológico e inovação no setor de bens de capital, no Brasil. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 29, n. 1, p. 237-266, jun. 2008.

SUZIGAN, W. Política industrial no Brasil. In: Suzigan, W. (Ed.). **Indústria: política, instituições e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: IPEA, série monográfica, 1978, p.35-97.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. Política industrial e desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 26, n.2, p.163-185, abr.-jun., 2006.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. Instituições e Políticas Industriais e Tecnológicas: Reflexões a Partir da Experiência Brasileira. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v.40, n.1, p.7-41, jan./mar., 2010.

SZWARCFITER, C.; DALCOL, P. R. T. Economias de escala e de escopo: desmistificando alguns aspectos da transição. **Produção**, Belo Horizonte, v.7, n.2, p. 117-129, nov. 1997.

TAUILE, J. R. A difusão de máquinas-ferramentas com controle numérico no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v.15, n.3, p.681-704, dez. 1985.

TAVARES, M. C. **Acumulação de capital e industrialização no Brasil**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1986.

TAVARES, M. C.; BELLUZZO, L. G. A Mundialização do capital e a expansão do poder Americano. In: FIORI, J. L. (Org.). **O Poder Americano**. Petrópolis: Vozes, 2004, p.111-138.

TAVARES, M. C. **Da substituição de importação ao capitalismo financeiro**. Rio de Janeiro: Zahar, 1972.

THIRLWALL, A. P. **A natureza do crescimento econômico**: um referencial alternativo para compreender o desempenho das nações. Brasília: IPEA, 2005.

TIGRE, P. B. **Gestão da Inovação**: A Economia da Tecnologia no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TIRONI, L. F. **Política econômica e desenvolvimento tecnológico – diversificação ou especialização no setor de bens de capital sob encomenda**. Dissertação (Mestrado em Economia) - Departamento de Economia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1979.

VARGAS, M. **Proximidade territorial, aprendizado e inovação**: um estudo sobre a dimensão local de processos de capacitação inovativa em arranjos e sistemas produtivos no Brasil. Tese (Doutorado em Economia) - Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

VERMULM, R. O setor de bens de capital. In: SCHWARTZMAN, S. (Coord.). **Ciência e Tecnologia no Brasil**: Política Industrial, Mercado de Trabalho e Instituições de Apoio. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1995. Versão de novembro de 1993. Disponível em: <http://www.schwartzman.org.br/simon/scipol/pdf/vermulm.pdf>. Acesso em: setembro 2007.

VERMULM, R. Estratégias Empresariais nos Anos 80: O setor de Máquinas-Ferramenta. **Cadernos de Gestão Tecnológica 30**, Fundação Instituto de Administração-FIA/CYTED, 1996. Disponível em: [http://www.fundacaofia.com.br/pgtusp/publicacoes/arquivos\\_cyted/Cad30.PDF](http://www.fundacaofia.com.br/pgtusp/publicacoes/arquivos_cyted/Cad30.PDF). Acesso em: setembro 2007.

VERMULM, R. **A indústria de bens de capital seriados**. Brasília: CEPAL/IPEA, dez. 2003.

VERMULM, R., ERBER, F. **Cadeia: bens de capital**. Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre-comércio. Campinas: UNICAMP-IE-NEIT, MDIC, MCT, FINEP, 2002 (*Nota Técnica Final*).

VERSIANI, F. R.; BASTOS, V. L. The brazilian machine-tool industry: patterns of technological transfer and the role of the government. International Development Research Centre. Science and Technology Policy Instruments. Manuscript Report. **Background Paper** Ottawa, n.4, p 1-36, aug. 1982.

VERSIANI, F. R.; SUZIGAN, W. O processo brasileiro de industrialização: uma visão geral. In: X CONGRESSO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA ECONÔMICA, 10., 1990. **Anais...** Louvain, 1990.

VIDOSSICH, F. **A indústria de máquinas-ferramenta no Brasil**. Brasília: IPEA, 1974.

WADE, R. **Governing the Market**: Economic theory and the role of government in East Asian industrialization. Princeton: Princeton University Press, 1990.

WENGEL, J.; SHAPIRA, P. Machine tools: the remaking of a traditional sectoral innovation system. In: Malerba, F. (ed.) **Sectoral Systems of Innovation**: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe. Cambridge: Cambridge University Press, 2004, p. 243-286.

ZYSMAN, J. How institutions create historically rooted trajectories of growth. **Industrial and Corporate Change**, Oxford, v.3, n.1, p. 243-283, jan. 1994.