

CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE BENS DE CAPITAL: UM
ESTUDO DO SEGMENTO FABRICANTE DE MÁQUINAS-FERRAMENTA

Gabriel de Paula Richa

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Aprovada por:

Prof^a. Anne-Marie Maculan, Ph.D.

Prof^o. Ricardo Manfredi Naveiro, D.Sc.

Prof^a. Lia Hasenclever, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
NOVEMBRO DE 2007

RICHA, GABRIEL DE PAULA

Capacitação Tecnológica no Setor de
Bens de Capital: um estudo do segmento
fabricante de máquinas-ferramenta [Rio
de Janeiro] 2007

XII, 103 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ,
M.Sc., Engenharia de Produção, 2007)

Dissertação - Universidade Federal
do Rio de Janeiro, COPPE

1. Capacitação Tecnológica
2. Máquinas-ferramenta

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

Dedico este trabalho a minha mãe Angela, a meus
irmãos, a minha namorada Bárbara e
a memória de meu pai.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não seria possível sem o apoio de minha família. Início, portanto, esses agradecimentos pela pessoa que sempre esteve presente na construção de minha trajetória profissional: Angela, minha mãe. Pelo apoio de sempre, agradeço aos meus irmãos Patrick e Nívea.

Minha gratidão à pessoa que trouxe a paz necessária nos momentos mais complicados. Obrigado, Bárbara, pela sua compreensão, respeito e paciência. A distância não foi suficiente para impedir a força de sua presença.

Muito obrigado aos amigos do BNDES: Gustavo Medjalani, pelo apoio; Leandro Badini e Vinicius Magalhães, pelos comentários e sugestões; Luiz Daniel Willcox pelas reflexões acerca da indústria brasileira de bens de capital.

Agradeço a Anne-Marie Maculan, pelo profissionalismo e dedicação na orientação deste trabalho.

Menciono também a colaboração de Mariana Martins Rebouças e Roberta Busse, do IBGE, pela atenção e presteza no fornecimento dos dados solicitados.

“(...) se não tivéssemos consciência de nossas limitações, se não procurássemos outros dados, se nos recusássemos a executar experimentos controlados, se não respeitássemos a evidência, teríamos muito pouca força em nossa busca da verdade”.

(Carl Sagan)

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE BENS DE CAPITAL: UM ESTUDO DO SEGMENTO FABRICANTE DE MÁQUINAS-FERRAMENTA

Gabriel de Paula Richa

Novembro/2007

Orientadora: Anne-Marie Maculan

Programa: Engenharia de Produção

O segmento fabricante de máquinas-ferramenta (MF), núcleo da indústria de bens de capital, é considerado o centro de criação, acumulação e difusão do progresso técnico. Este trabalho pretende verificar a existência de um padrão setorial de inovação para o segmento, com a compreensão dos seus processos de capacitação, das direções de suas trajetórias tecnológicas, e das características-chave que permitiriam ao setor criar as bases para a mudança técnica e resistir a pressões competitivas. De acordo com as conclusões obtidas a partir dos resultados da PINTEC, a maior parte das inovações está relacionada à aquisição de máquinas e equipamentos. Entretanto, devido à peculiaridade do setor, tais atividades são insuficientes no processo de acumulação tecnológica.

Caracterizado predominantemente pelas inovações de processo, o caminho percorrido pela indústria de MF revela que os atuais recursos utilizados na geração e no gerenciamento da mudança técnica ainda não garantem o rompimento da postura passiva observada. Em um ambiente em que mecanismos formais de apropriação de novos conhecimentos e relações interativas com outros agentes não são instrumentos consolidados, a situação verificada nos últimos anos indica que, além do aumento do distanciamento em relação à fronteira tecnológica, uma evidente fragilidade permeia toda a cadeia produtiva do setor.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

TECHNOLOGICAL CAPABILITY IN THE SECTOR OF CAPITAL GOODS: A
STUDY OF THE SEGMENT OF MACHINE TOOLS

Gabriel de Paula Richa

November/2007

Advisor: Anne-Marie Maculan

Department: Production Engineering

The segment of machine-tool (MT), the core of industry of capital goods, is considered the center of creation, accumulation and diffusion of technical progress. This work intends to verify the existence of a sectoral pattern of innovation for the segment, with the comprehension of its processes of capability, the directions of its technological trajectories, and the key features that would allow the sector to create the basis of the technical change and to resist the competitive pressures. In accordance with the conclusions acquired from the results of the PINTEC, most of the innovations is related to the acquisition of machines and equipment. However, due to the peculiarity of the industry, such activities are insufficient in the process of technological accumulation.

Characterized predominantly by process innovations, the journey of industry of MF shows that the resources used in the generation and management of technical change has not guarantee the rupture of the passive stance. In an environment where formal mechanisms of ownership of new knowledge and interactive relations with other actors that are not consolidated, the situation in the recent years indicates that in addition to the increase in distance in relation to the technological frontier, a weakness permeates the whole supplier chain.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos propostos	2
1.2 Metodologia de Pesquisa	4
1.3 A Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC.....	4
CAPÍTULO 2 – A INDÚSTRIA DE BENS DE CAPITAL BRASILEIRA	9
2.1 Perspectiva histórica: da gênese aos dias atuais.....	9
2.2 Caracterização do setor de bens de capital.....	14
CAPÍTULO 3 – A INDÚSTRIA DE MÁQUINAS-FERRAMENTA BRASILEIRA .	20
3.1 Conceituação e Evolução.....	20
3.2 Caracterização do setor de máquinas-ferramenta brasileiro	26
CAPÍTULO 4 – O PROCESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	38
4.1 Aspectos conceituais	38
4.2 Interpretações sobre o processo de inovação.....	40
4.3 O Padrão Setorial de Inovação	45
CAPÍTULO 5 – O PROCESSO DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE MÁQUINAS-FERRAMENTA	53
5.1 Considerações gerais.....	53
5.2 Análise dos resultados.....	56
5.2.1 Atividades inovativas e variedade de recursos.....	56
5.2.2 Acumulação tecnológica e aquisição de conhecimento.....	58
5.2.3 A centralidade do setor de MF e suas conexões	60
5.2.4 Grau de novidade da mudança técnica.....	65
5.2.5 O processo de aprendizado no setor de MF	66
5.2.6 A origem da tecnologia no processo de acumulação tecnológica.....	71
5.2.7 Políticas governamentais e financiamentos	73
5.2.8 Impactos e obstáculos observados.....	76
5.2.9 Trajetória tecnológica do setor de MF brasileiro	84
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
Anexo I – RELAÇÃO DAS CÂMARAS SETORIAIS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	95
Anexo II – TARIFA EXTERNA COMUM (TEC) COM BASE NA NOMENCLATURA COMUM DO MERCOSUL (NCM) PARA O SEGMENTO DE MÁQUINAS-FERRAMENTA (MDIC, 2007)	96
Anexo III – EXPORTAÇÃO X IMPORTAÇÃO DAS MÁQUINAS-FERRAMENTAS SEPARADAS POR NCM (2002 – 2005)	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Participação das empresas que implementaram inovações no Brasil (1998-2000 e 2001-2003) segundo o tipo de inovação	6
Figura 2 - Exportação x Importação do setor de MF entre 2000 e 2005 (US\$ milhões)	30
Figura 3 – Exportação x Importação das máquinas-ferramenta enquadradas na NCM – 8456 em US\$ milhões (2002 – 2005).....	32
Figura 4 – Exportação x Importação das máquinas-ferramenta enquadradas na NCM – 8462 em US\$ milhões (2002 – 2005).....	33
Figura 5 – Participação Média de cada NCM nas Exportações (2002-2005).	34
Figura 6 – Participação Média de cada NCM nas Importações (2002-2005)	34
Figura 7 – Exportação x Importação das máquinas-ferramenta enquadradas na NCM – 8457 em US\$ milhões (2002 – 2005).....	35
Figura 8 – Exportação x Importação de peças e acessórios enquadrados na NCM – 8466 em US\$ milhões (2002 – 2005).....	36
Figura 9 – Processo de Acumulação Tecnológica.....	50
Figura 10 - Percentual de empresas fabricantes de MF que implementaram inovações (1998-2000 e 2001-2003) segundo o tipo de inovação	55
Figura 11 – Atividades inovativas consideradas mais importantes para a inovação segundo as empresas do setor de MF (1998-2000 e 2001-2003)	57
Figura 12 – Percentual dos dispêndios em atividades inovativas em relação à receita líquida de vendas (2000 e 2003).....	59
Figura 13 - Fontes de informação empregadas por grau de importância (1998-2000 e 2001-2003)	61
Figura 14 – Fontes de informação utilizadas pelas empresas que inovaram (1998-2000 e 2001-2003)	62
Figura 15 – Principal responsável pelo desenvolvimento do produto segundo as empresas que implementaram inovações (1998-2000 e 2001-2003)	63
Figura 16 - Principal responsável pelo desenvolvimento de processos segundo as empresas que implementaram inovações (1998-2000 e 2001-2003)	64
Figura 17 – Grau de novidade do principal produto nas empresas que implementaram inovações no segmento fabricante de máquinas-ferramenta (2001-2003)	65
Figura 18 – Grau de novidade do principal processo nas empresas que implementaram inovações no segmento fabricante de máquinas-ferramenta (2001-2003)	66

Figura 19 – Caráter dos dispêndios com as atividades internas de P&D (2000 e 2003)	69
Figura 20 – Percentual de pessoas ocupadas em P&D (2000 e 2003)	70
Figura 21 – Percentual de pessoas ocupadas em P&D por grau de instrução (2000 e 2003)	71
Figura 22 – Origem das fontes de financiamento para as atividades de P&D (2000 e 2003)	73
Figura 23 – Origem das fontes de financiamento para as demais atividades inovativas (2000 e 2003)	74
Figura 24 - Fontes de financiamento de terceiros – origem do capital (2000 e 2003)	74
Figura 25 – Grau de importância atribuído aos impactos causados pela implementação das inovações (1998-2000 e 2001-2003)	77
Figura 26 - Participação percentual dos produtos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados no total das vendas internas em 2000	78
Figura 27 - Participação percentual dos produtos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados no total das vendas internas em 2003	79
Figura 28 - Grau de importância atribuído a outros fatores impeditivos relacionados pelas empresas fabricantes de MF como razão da não implementação de inovações (1998-2000 e 2001-2003)	81
Figura 29 – Percentual de empresas que implementaram inovações e realizaram mudanças estratégicas ou organizacionais por tipo de mudança (1998-2000 e 2001- 2003)	82
Figura 30 – Percentual de empresas que não implementaram inovações, não possuem projetos, mas realizaram mudanças estratégicas ou organizacionais por tipo de mudança (1998-2000 e 2001-2003)	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Bens de Capital no Brasil: Produção e Comércio Exterior (1980-1998).....	11
Tabela 2 – Exportação e Importação de Bens de Capital Mecânicos em US\$ milhões (1999 – 2006).....	13
Tabela 3 – Dados da indústria de bens de capital mecânicos em R\$ milhões (1999 - 2006).....	14
Tabela 4 – Valor Unitário das Importações e Exportações de Bens de Capital	17
Tabela 5 – Participação (%) dos principais tipos de segmentos na indústria de bens de capital	19
Tabela 6 – Produção, Exportação, Importação e Consumo Aparente de MF no Brasil em US\$ milhões correntes (1986 – 1997).	25
Tabela 7 – Relação dos códigos da NCM e suas respectivas descrições para o setor de máquinas-ferramenta.	28
Tabela 8 – Dados da indústria de máquinas-ferramenta em US\$ milhões (2000 – 2005).	29
Tabela 9 – Dados da indústria de máquinas-ferramenta em R\$ milhões (2000 – 2005). ..	29
Tabela 10 – Exportação do Setor de Máquinas-Ferramenta por código da NCM em US\$ (2002-2005).	31
Tabela 11 – Importação do Setor de Máquinas-Ferramenta por código da NCM em US\$ (2002 – 2005).	31
Tabela 12 – Trajetórias tecnológicas setoriais.....	48
Tabela 13 – Trajetórias Tecnológicas: Fornecedores Especializados x Indústria Brasileira de Máquinas-Ferramenta.....	85

LISTA DE SIGLAS

ABIMAQ – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos

BACEN – Banco Central do Brasil

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CACEX – Carteira de Comércio Exterior

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas

DECEX – Departamento de Operações de Comércio Exterior

FUNTEC – Fundo Tecnológico

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

MERCOSUL – Mercado Comum do Sul

NCM – Nomenclatura Comum do Mercosul

OCDE – Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico

PIA – Pesquisa Industrial Anual

PINTEC – Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica

PND – Plano Nacional de Desenvolvimento

SECEX – Secretaria de Comércio Exterior

TEC – Tarifa Externa Comum

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Historicamente, a indústria de bens de capital é reconhecida dentro da economia como a principal responsável pela difusão do progresso técnico. Devido a sua diversidade e heterogeneidade, o setor está presente em praticamente todas as cadeias produtivas.

Com destaque dentro da indústria de bens de capital, por ser considerada o seu núcleo, a indústria de máquinas-ferramenta acompanhou, naturalmente, os movimentos e a evolução da primeira. Por ser o segmento produtor de máquinas que fabricam máquinas, também se destaca por representar um dos principais ambientes de produção, acumulação e difusão do progresso técnico pelo sistema econômico. A utilização dessas máquinas permitiu maior flexibilização dos processos produtivos e a incorporação e disseminação de novos conhecimentos, além de modificar sensivelmente as estruturas organizacionais e exercer papel preponderante nas alterações das características da mão-de-obra das empresas.

Nos anos de 2000 e 2003, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE realizou uma pesquisa sobre o comportamento e as práticas de inovação da indústria brasileira. De acordo com as conclusões obtidas a partir da análise dos resultados da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC, a maior parte das inovações relaciona-se à compra de máquinas e equipamentos. Além disso, há ampla dependência de tecnologias desenvolvidas externamente, com postura fortemente passiva quando são examinadas as estratégias de desenvolvimento das capacidades tecnológicas das empresas.

Como o crescimento de uma economia vincula-se às capacidades das firmas gerenciarem os recursos tecnológicos necessários a mudanças e melhorias em processos e produtos, é importante o entendimento dos fatores que determinam a aquisição, acumulação e uso desses recursos. Se as máquinas e os equipamentos representam fonte importante de capacitação das empresas, a compreensão dos processos de acumulação tecnológica do setor fabricante dessas máquinas torna-se fundamental.

À luz das estruturas de análise e dos modelos interpretativos dos processos de inovação das empresas, apresentados em PAVITT (1984) e BELL e PAVITT (1993), e com base nos dados da PINTEC 2000 e PINTEC 2003, o presente trabalho constitui uma tentativa de caracterização dos processos de capacitação tecnológica do segmento

produtor de máquinas-ferramenta brasileiro, bem como a compreensão de suas trajetórias tecnológicas.

A dissertação está estruturada em seis capítulos, incluindo este capítulo introdutório, no qual é destacado o tema e são apresentados os objetivos propostos. Serão explicitados, também, o referencial teórico utilizado e as informações relativas à base de dados, formada fundamentalmente por informações do segmento fabricante de máquinas-ferramenta.

O segundo capítulo procura traçar uma perspectiva histórica da indústria de bens de capital brasileira, desde sua origem até os dias atuais. Uma caracterização mais detalhada do setor complementa as informações referentes à sua presente situação.

De forma mais específica, o capítulo três apresenta um panorama da indústria de máquinas-ferramenta brasileira. Semelhante ao capítulo anterior, busca a compreensão de sua evolução ao longo do tempo até os dias atuais.

Os aspectos conceituais dos processos de inovação e algumas interpretações acerca do tema são discutidos no capítulo quatro. Haverá destaque para a abordagem de PAVITT (1984) sobre as especificidades setoriais relativas ao processo de mudança técnica e para a estrutura de análise utilizada por BELL e PAVITT (1993) no entendimento do processo de acumulação tecnológica em indústrias de países desenvolvidos e de países em desenvolvimento.

A avaliação do processo de inovação do segmento de máquinas-ferramenta e a análise dos resultados obtidos a partir da PINTEC são realizadas no quinto capítulo. Serão apresentadas as principais características dos processos inovativos do setor, com base nas trajetórias tecnológicas e nos processos de capacitação observados. Dessa forma, serão evidenciados os mecanismos utilizados pelos fabricantes para gerenciamento dessas atividades.

O último capítulo contém a conclusão do trabalho, com as respectivas considerações finais. Serão destacados os principais pontos avaliados, com a identificação dos obstáculos e barreiras aos processos de inovação do segmento.

1.1 Objetivos propostos

O processo de inovação tecnológica deve ser algo permanente, baseado na capacidade de combinar diversos tipos de conhecimento. Portanto, quando se trata da indústria de bens de capital e, especificamente, do segmento produtor de máquinas-

ferramenta, o processo de acumulação que ocorre, fundamentalmente, pela incorporação de novas máquinas ao processo produtivo pode se constituir num aspecto limitado. A capacidade de inovação é resultado de um processo de capacitação, no qual inúmeras outras variáveis devem ser consideradas.

Levando em conta a caracterização do setor no país, sua evolução ao longo do tempo, suas fragilidades e os principais elementos presentes nos seus processos de inovação, questiona-se: “como a indústria de máquinas-ferramenta exerce, no Brasil, o papel de difusor de tecnologia?”.

Com a hipótese de que o processo de capacitação tecnológica, responsável pelo desenvolvimento do setor, está associado às interações com fornecedores e compradores e aos fluxos de conhecimento, o trabalho busca compreender o processo de inovação do segmento de máquinas-ferramenta a partir de uma perspectiva setorial. Alguns elementos, portanto, podem ser problematizados:

- Baseado nos processos inovadores do setor fabricante de máquinas-ferramenta é possível estabelecer um padrão de inovação tecnológica do segmento?
- As competências e capacidades específicas são suficientes para garantir o desempenho inovador do segmento?
- Existe um regime de apropriabilidade específico utilizado pelos fabricantes de máquinas-ferramenta?
- Os processos interativos são responsáveis pelo processo de acumulação tecnológica?
- Quais os principais obstáculos ao processo de inovação que impediriam o avanço tecnológico do setor do país?

Não se pretende, obviamente, encontrar uma resposta definitiva para as diversas questões apresentadas. O trabalho se propõe a observar com maior clareza um dos principais segmentos da indústria brasileira, com base no ponto de que os efeitos multiplicadores dos processos de inovação dos fabricantes de máquinas-ferramenta podem ser extremamente benéficos para o crescimento de toda a economia.

A identificação de um padrão setorial de inovação e a sistematização das principais barreiras e obstáculos ao desenvolvimento do segmento podem se configurar em caminhos para a resolução das questões apontadas.

1.2 Metodologia de Pesquisa

Nesse item está estruturado o referencial metodológico da pesquisa com a especificação do campo de estudo que é o setor industrial brasileiro fabricante de máquinas-ferramenta.

Através do método de observação, o trabalho foi realizado com uma base de dados secundários, que envolve as informações obtidas a partir dos resultados da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE nos anos de 2000 e 2003. Os dados gerais da PINTEC para as atividades das indústrias extrativas e de transformação serão utilizados e apresentados, mas a concentração será nas informações obtidas a partir de pesquisa específica do IBGE para o setor fabricante de máquinas-ferramenta.

Os dados auxiliares na caracterização do setor foram obtidos a partir, basicamente, das publicações estatísticas da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos – ABIMAQ, juntamente com uma revisão da literatura sobre a indústria de bens de capital.

As estatísticas operacionais e os boletins do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES auxiliam na compreensão sobre os financiamentos relativos ao setor de bens de capital.

As principais referências teóricas utilizadas são os modelos propostos e as estruturas de análise desenvolvidas por PAVITT (1984) e BELL e PAVITT (1993), o que permitirá uma melhor compreensão dos padrões de inovação a partir de uma perspectiva setorial e um entendimento mais adequado das trajetórias tecnológicas percorridas pelo segmento fabricante de máquinas-ferramenta. Tais referências estão detalhadas em capítulo posterior.

1.3 A Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC

Em 2002, o IBGE publicou a primeira pesquisa envolvendo indicadores que permitiram avançar no entendimento do processo de inovação tecnológica na indústria brasileira. Com referência conceitual e metodológica no Manual de Oslo¹, a PINTEC

¹ O Manual de Oslo, desenvolvido pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), teve sua primeira publicação em 1992 e uma revisão em 1997. O Manual de Oslo procurou “fornecer uma estrutura dentro da qual as pesquisas existentes possam evoluir em direção à

2000 concentrou-se na inovação de produtos e processos. Em 2005, o IBGE publicou nova pesquisa, dando continuidade ao projeto, levantando informações complementares sobre os gastos com atividades inovativas e fontes de informação utilizadas nos processos de inovação das empresas (IBGE, 2002, IBGE, 2005).

Como a base metodológica encontra-se no Manual de Oslo, o conceito de inovação é semelhante ao estabelecido pela OCDE e, portanto, refere-se à “implementação de produtos (bens ou serviços) ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados. (...) Ocorre quando o produto é introduzido no mercado ou quando o processo passa a ser operado pela empresa” (IBGE, 2002, p.16, IBGE, 2005, p.18).

Tendo como unidade de investigação a empresa industrial, isto é, aquela cuja principal receita advém da atividade industrial, as informações levantadas junto às empresas manufatureiras com mais de dez empregados foram relativas ao triênio 1998-2000 e ao triênio 2001-2003. A pesquisa destaca que “‘produto tecnologicamente novo’ é aquele cujas características fundamentais (...) diferem significativamente de todos os produtos previamente produzidos pela empresa” e a

“‘inovação tecnológica de processo’ refere-se a processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado, que envolve a introdução de tecnologia de produção nova ou significativamente aperfeiçoada, assim como métodos novos ou substancialmente aprimorados para manuseio e entrega de produtos” (IBGE, 2005, p.18).

Na PINTEC são investigadas as atividades inovativas, as fontes de financiamento das atividades inovativas, as atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), o impacto das inovações, as fontes de informação, as atividades de cooperação para inovação, o apoio do governo e os métodos de proteção². As categorias de atividades inovativas investigadas são: as atividades internas de P&D, a aquisição externa de P&D, a aquisição de outros conhecimentos externos, a aquisição de máquinas e equipamentos, o treinamento, a introdução de inovações tecnológicas no

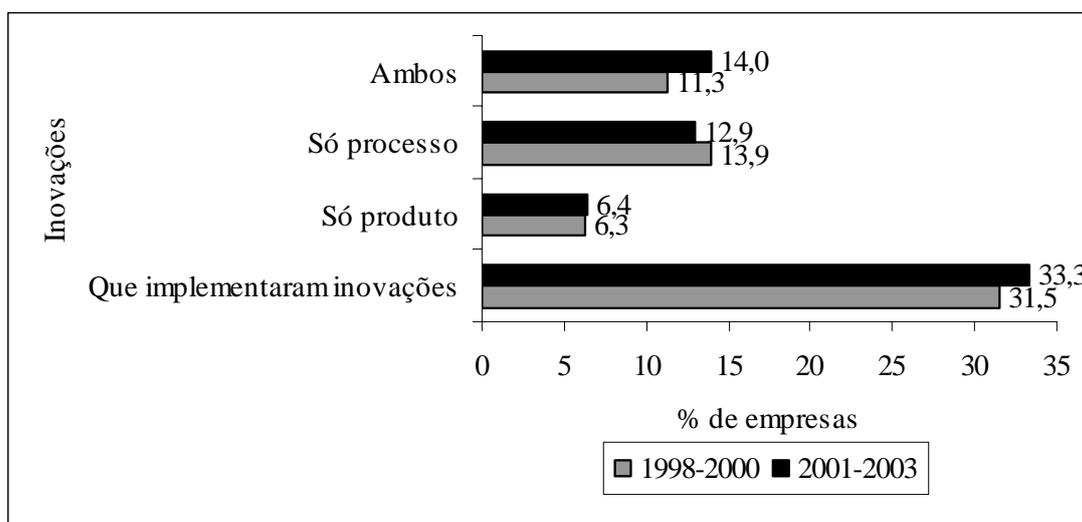
compatibilidade e ajudar os recém-chegados a este importante campo” (OCDE, 1997, p.13). O Manual de Oslo procurou avançar na avaliação de outros elementos do processo de inovação, não se restringindo à observação das atividades de P&D, centrais nas diretrizes do Manual Frascati, mas que não contemplam diversos esforços das empresas e outros atores no processo de mudança técnica.

² Os métodos de proteção são “usados pelas empresas para tentar garantir a apropriação dos resultados de suas inovações e proteger seus mercados” (IBGE, 2005, p.52).

mercado, o projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição (IBGE, 2002, IBGE, 2005).

Na pesquisa realizada no ano de 2000 e publicada em 2002, o universo de empresas pesquisadas³ segundo as atividades das indústrias extrativas e de transformação, correspondia a um número de 72.005. Deste total, 22.698 desenvolveram inovações de produtos e/ou processos, ou seja, implementaram produtos e/ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados, o que corresponde a 31,5% da amostra. Para a pesquisa publicada em 2005, considerando o triênio 2001-2003, o universo amostral aumentou para 84.262 empresas industriais e o número de empresas que implementaram inovações aumentou para 28.036, isto é, 33,3% da amostra, o que demonstra uma pequena evolução em termos percentuais⁴. Tais informações podem ser observadas na Figura 1 abaixo, onde são indicados os tipos de inovações implementadas nos dois triênios:

Figura 1 – Participação das empresas que implementaram inovações no Brasil (1998-2000 e 2001-2003) segundo o tipo de inovação



Fonte: IBGE (2005) – PINTEC 2003.

³ Para detalhes sobre os aspectos da amostragem e da metodologia, ver IBGE (2002), IBGE (2005).

⁴ Maiores observações sobre o universo amostral total poderiam ser feitas considerando os diversos aspectos da pesquisa, como por exemplo, o tipo de inovação, as fontes de informação, as atividades inovativas, estrutura dos dispêndios e outros. No entanto, detalhes sobre a pesquisa, em geral, não são o foco do trabalho, que irá considerar todos os elementos anteriormente referidos, mas especificamente para o setor de máquinas-ferramenta.

As categorias de atividades utilizadas na PINTEC, já citadas anteriormente, estão detalhadas a seguir, com suas respectivas definições⁵:

- a) Atividades internas de P&D – compreende o trabalho criativo, empreendido de forma sistemática, com o objetivo de aumentar o acervo de conhecimentos e o uso destes conhecimentos para desenvolver novas aplicações, tais como produtos ou processos novos ou tecnologicamente aprimorados;
- b) Aquisição externa de P&D – compreende as atividades descritas acima, realizadas por outra organização (empresas ou instituições tecnológicas) e adquiridas pela empresa;
- c) Aquisição de outros conhecimentos externos – compreende os acordos de transferência de tecnologia originados da compra de licença de direitos de exploração de patentes e uso de marcas, aquisição de *know-how*, *software* e outros tipos de conhecimentos técnico-científicos de terceiros, para que a empresa desenvolva ou implemente inovações;
- d) Aquisição de máquinas e equipamentos – compreende a aquisição de máquinas, equipamentos, *hardware*, especificamente comprados para a implementação de produtos ou processos novos ou tecnologicamente aperfeiçoados;
- e) Treinamento – compreende o treinamento orientado ao desenvolvimento de produtos/processos tecnologicamente novos ou significativamente aperfeiçoados e relacionados às atividades inovativas da empresa, podendo incluir aquisição de serviços técnicos especializados externos;
- f) Introdução das inovações tecnológicas no mercado – compreende as atividades de comercialização, diretamente ligadas ao lançamento de produto tecnologicamente novo ou aperfeiçoado, podendo incluir: pesquisa e teste de mercado e publicidade para o lançamento;
- g) Projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição – refere-se aos procedimentos e preparações técnicas para efetivar a implementação de inovações de produto ou processo.

O trabalho de pesquisa foi concentrado na obtenção dos dados relativos aos processos de inovação específicos ao setor objeto do estudo, isto é, o segmento

⁵ As categorias utilizadas na pesquisa são registradas no questionário apresentado às empresas. Ver IBGE (2005).

fabricante de máquinas-ferramenta. A classificação de atividades referencial da pesquisa é a CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas⁶, com ênfase nas seções relativas a Indústrias Extrativas e Indústrias de Transformação. Para a obtenção das estimativas e divulgação dos resultados, as divisões e as agregações dos grupos ficaram estruturadas nos três dígitos⁷. O setor de bens de capital se encontra representado em diversos grupos apresentados. A parte do setor cuja concentração é mais substancial se encontra representada pela CNAE de divisão 29 – Fabricação de Máquinas e Equipamentos. Para a pesquisa foram obtidos dados desagregados do grupo, onde foram destacadas as informações específicas para a CNAE 29.4 – Fabricação de Máquinas-Ferramenta⁸.

⁶ De acordo com o IBGE, órgão responsável pela sua manutenção e gestão, a CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas é utilizada no Sistema Estatístico Nacional e na Administração Pública. O objetivo de produzir estatísticas relativas às unidades de produção envolvidas no processo econômico motivou a construção de uma classificação das atividades econômicas, de forma a organizar as informações. A classificação busca agrupar as unidades produtivas em categorias definidas, de forma homogênea “quanto à similaridade de funções produtivas (insumos, tecnologia, processos), características dos bens e serviços, finalidade de uso, etc.” (IBGE, 2004, p.13).

⁷ A CNAE é estruturada em 04 níveis hierárquicos: primeiro nível: seções; segundo nível: divisões; terceiro nível: grupos; quarto nível: classes. O terceiro nível, dos grupos, por exemplo, é identificado com códigos numéricos de três dígitos. Os quatro dígitos das classes são acompanhados de um dígito verificador (DV) definido por um algoritmo. Esse DV tem por finalidade garantir a consistência da chave numérica, principalmente em casos de autoclassificação, utilizada em formulários que alimentam cadastros da administração pública. “As categorias da CNAE no nível mais detalhado (classes) são definidas de acordo com as combinações de atividades observadas nas unidades estatísticas. Os grupos e divisões, níveis sucessivamente mais agregados da classificação, combinam as unidades estatísticas de acordo com características dos produtos, tecnologia, organização e tipo de financiamento da produção” (IBGE, 2004, p.15).

⁸ Grupo 29.4. Se observarmos a descendência dos níveis hierárquicos, encontraremos apenas a classe 29.40-8. A utilização do dígito zero (0) ao final do código significa que não há mais detalhamento a partir daí. O dígito verificador 8 é definido através de um algoritmo, como observado anteriormente. Portanto, não há uma subclassificação mais específica na CNAE, a partir da denominação “Fabricação de Máquinas-ferramentas”. De acordo com o IBGE, a classe 29.40-8 compreende “a fabricação de máquinas-ferramentas para trabalhar metais, madeiras, pedras, borracha endurecida, plástico endurecido, etc; a fabricação de máquinas-ferramentas para estampar, toronar, fresar, retificar e prensar (prensas hidráulicas), cortadores, máquinas de forjar, etc.; a fabricação de máquinas-ferramentas não-elétricas; a fabricação de ferramentas elétricas manuais (furadeiras, lixadeiras, polítrizes, serras, etc.) ou de funcionamento com ar comprimido; a fabricação de máquinas-ferramentas de comando numérico ou que integrem várias fases do trabalho; a fabricação de máquinas-ferramentas para trabalhar mediante raio laser; a fabricação de máquinas para solda, elétrica ou não, com ou sem capacidade para cortar metais; a fabricação de máquinas de solda que utilizem raio *laser*, impulsos magnéticos, etc.; a fabricação de freios hidráulicos” (IBGE, 2004, p.145).

CAPÍTULO 2 – A INDÚSTRIA DE BENS DE CAPITAL BRASILEIRA

2.1 Perspectiva histórica: da gênese aos dias atuais

A formação da indústria de bens de capital brasileira tem sua gênese ainda no final do século XIX, funcionando basicamente como atividade secundária, em complemento à economia primário-exportadora vigente naquela época. Sua constituição inicial ficou vinculada basicamente à necessidade dos serviços de manutenção e reparação de peças ferroviárias, de equipamentos adequados ao beneficiamento dos produtos da pauta de exportação, da reparação de peças de equipamentos militares e de equipamentos utilizados na construção civil. Fundamentalmente, os diversos tipos de demanda foram atendidos por pequenas oficinas mecânicas e pequenas fundições (ERBER *et al.*, 1974).

A década de 1930, caracterizada pela recessão provocada pela crise de 1929, leva a uma sobreutilização da capacidade produtiva abrindo espaço para novos mercados de peças devido ao fechamento da economia e provocando o surgimento de um efetivo centro produtor de equipamentos. Aliado a mudança da base econômica, ocorreu uma reestruturação nas organizações provocada por jovens filhos de fazendeiros de café advindos de escolas de engenharia. Além de envolvidos com uma nova visão empresarial, eram “defensores de uma política de substituição de importações” e “enfaticavam a necessidade de dominar as técnicas de produção como a única forma eficaz de transferir para o Brasil as realizações da tecnologia moderna” (ERBER *et al.*, 1974, p.14).

O que se observa em todo o processo de industrialização brasileiro é a modificação do papel atribuído ao setor produtor de bens de capital, que passa cada vez mais a assumir um lugar central na estrutura econômica, deixando de lado a posição de coadjuvante a ele atribuída até o final da primeira metade do século XX. O Plano de Metas que se inicia na década de 50 marcou a mudança da posição relativa da indústria de bens de capital. “A nova etapa de industrialização brasileira (...) teve como carro-chefe a surpreendentemente exitosa implantação de uma indústria automobilística, empreitada pelo menos tão bem-sucedida como a construção da nova capital” (TAUILE, 2001, p.178). Juntamente com a indústria automobilística, a implantação do setor de construção naval e outros bens de consumo duráveis, todos fortemente

associados à indústria mecânica, provocou efetivas transformações na estrutura econômica e foi fundamental na projeção do setor de bens de capital.

A partir da década de 50 começa a se delinear o formato heterogêneo característico da indústria brasileira de bens de capital e que permaneceria representativo nos anos seguintes. A dinâmica do processo de substituição de importações e os empreendimentos governamentais em bens intermediários e infraestrutura consolidaram-se no conjunto de elementos que foram responsáveis pela “instalação efetiva do setor de bens de capital”. A decisão de produzir, internamente, bens de consumo e bens intermediários ampliou a demanda por bens de capital com o surgimento da chamada “demanda privada por equipamentos” (ERBER *et al.*, 1974).

O atendimento à demanda surgida nesse contexto redefiniu a estrutura de produção de bens de capital quando, associado ao fortalecimento de fabricantes nacionais, observou-se a entrada de novos fabricantes estrangeiros, o que foi chamado por ERBER *et al.* (1974) de “Internacionalização da Indústria”⁹.

Dentre os cenários apresentados para o Brasil a partir da crise internacional dos anos 70, o governo brasileiro optou por responder aos problemas através de um caminho norteado pela ampliação da industrialização. Essa decisão foi caracterizada por um programa de investimentos conhecido como II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND)¹⁰. “O Plano consistia de um amplo programa de investimentos cujos objetivos eram transformar a estrutura produtiva e superar os desequilíbrios externos, conduzindo o Brasil a uma posição de potência intermediária no cenário internacional.” (CARNEIRO, 2002, p.55).

O II PND destacava em sua concepção que as ações contariam com a presença intensa do Estado e com uma mudança de rota nos investimentos. De acordo com CASTRO e PIRES DE SOUZA (1985, p.33), “a nova política escolhia superar a atrofia dos setores produtores de insumos básicos e de bens de capital”. Nesse momento, em que ocorreu a consolidação e a expansão do setor de bens de capital, a demanda interna exerceu papel dinâmico, representada principalmente pelos investimentos do setor público (RESENDE & ANDERSON, 1999).

⁹ Para TAUILE (2001, p.177), um “projeto de industrialização com uma forte abertura internacionalizante teve resultados espetaculares, particularmente na indústria eletromecânica (automobilística e demais bens de consumo duráveis)”.

¹⁰ Para uma discussão mais ampla do II PND ver CASTRO e PIRES DE SOUZA (1985) e CARNEIRO (2002).

Durante a década de 80, com a explosão das crises econômicas, a indústria de bens de capital sofreu o reflexo e a instabilidade dos fortes desequilíbrios provocados. Em um período de baixo crescimento e de taxas de investimento reduzidas, o consumo aparente do setor em 1989 era cerca de 75% do vigente no início da década. (VERMULM e ERBER, 2002).

A Tabela 1 abaixo apresenta algumas características da indústria de bens de capital no Brasil do início dos anos 80 ao final dos anos 90:

Tabela 1 – Bens de Capital no Brasil: Produção e Comércio Exterior (1980-1998).

Anos	Produção BK US\$ bi de 2000	Exportação BK US\$ bi de 2000	Importação BK US\$ bi de 2000	Saldo Comercial	Coefficiente de Importação
1980	22,76	2,19	3,45	-1,25	14,36
1981	20,27	2,25	4,00	-1,74	18,16
1982	16,62	1,62	2,57	-0,95	14,63
1983	13,62	1,54	1,56	-0,02	11,41
1984	14,30	1,92	1,31	0,61	9,57
1985	16,82	2,14	1,44	0,70	8,94
1986	19,23	1,90	1,85	0,05	9,66
1987	19,73	2,17	2,47	-0,30	12,33
1988	19,15	2,90	3,16	-0,26	16,27
1989	18,37	3,01	2,46	0,56	13,80
1990	16,77	2,67	3,20	-0,53	18,50
1991	13,88	2,65	3,06	-0,40	21,40
1992	12,53	2,86	2,99	-0,13	23,63
1993	12,29	3,29	3,12	0,17	25,74
1994	14,11	3,72	4,84	-1,13	31,77
1995	14,31	3,81	6,96	-3,15	39,85
1996	12,44	3,88	7,48	-3,60	16,64
1997	12,32	4,18	9,64	-5,46	54,22
1998	11,57	3,94	8,82	-4,88	53,61

Fonte: Adaptado de ABIMAQ¹¹ *apud* VERMULM & ERBER (2002)

Os anos 90 foram marcados pela liberalização da economia. Com o câmbio sobrevalorizado e o uso de instrumentos que eliminaram barreiras e reduziram tarifas, a indústria de bens de capital mecânicos foi fortemente atingida. O coeficiente de importação aumentou de forma regular durante a década de 90, atingindo seu ápice em 1997, ano em que o saldo da balança comercial também atingiu números negativos elevados, conforme pode ser observado na Tabela 1 anterior.

¹¹ No texto de VERMULM e ERBER (2002) não estão explicitadas as referências detalhadas em relação aos dados da ABIMAQ.

As expectativas do início da década de 90 de que a abertura comercial possibilitaria uma modernização do parque industrial brasileiro, com o aumento da demanda por bens de capital, foram frustradas, “pois o processo de liberalização comercial se deu em um contexto de forte depressão, com retraimento dos investimentos tanto governamentais quanto do setor industrial” (FELTRIN, 2002, p.24). Após o Plano Real, a reestruturação da indústria foi baseada na opção por importação de equipamentos, sem a ampliação doméstica da indústria de bens de capital. Para o autor,

“os bens de capital produzidos no país, em geral de menor conteúdo tecnológico, foram preteridos na demanda industrial e a ausência de políticas setoriais específicas para os segmentos produtores destes equipamentos induziram um ajuste defensivo, com o abandono das linhas de produção menos competitivas e redução das dimensões das empresas” (FELTRIN, 2002, p.32).

Até o final da década de 80, a indústria de bens de capital possuía um comportamento pró-cíclico das importações e da produção doméstica. Significa que existia uma complementaridade em que a expansão da demanda por importações acompanhava a expansão da produção interna, em momentos de crescimento econômico. Após 1990, com a abertura comercial, houve uma mudança estrutural onde o aumento das importações não foi acompanhado pela expansão da produção no país (RESENDE e ANDERSON, 1999).

O efeito foi ainda mais perverso. A importação não se restringiu às máquinas e equipamentos, exclusivamente. A liberalização trouxe consigo um aumento da importação das peças e dos componentes de equipamentos. A modificação estrutural atingiu toda a cadeia e resultou num sensível aumento do conteúdo importado de equipamentos produzidos internamente. A especialização produtiva de empresas multinacionais, que adotaram a estratégia de “*global sourcing*”, contribuiu para o incremento do índice de importação dos bens de capital domésticos (RESENDE e ANDERSON, 1999).

Para LAPLANE e SARTI (1999), as conseqüências podem ser observadas na

“redução ou fechamento de linhas de produção para trás na cadeia produtiva, com substituição de fornecedores locais por estrangeiros. Em alguns casos, essa estratégia foi acompanhada pela complementação da linha de produtos comercializados com produtos importados de maior valor agregado e com maior grau de atualização tecnológica. Assim, o aumento das importações de matérias-primas e componentes, em menor medida, de bens finais tem

acompanhado a variação do nível de atividade econômica” (LAPLANE & SARTI, 1999, p.31-32).

Podemos observar o comportamento do montante global das exportações e importações no período compreendido entre 1999 e 2006 através da Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 – Exportação e Importação de Bens de Capital Mecânicos
em US\$ milhões (1999 – 2006).

Período	Exportação	Importação
1999	2.886,86	7.916,14
2000	3.080,92	7.120,78
2001	3.236,69	8.928,05
2002	3.190,58	8.079,49
2003	3.955,48	7.081,45
2004	7.028,68	7.630,57
2005	7.727,29	9.295,96
2006	8.735,52	11.001,76

Fonte: ABIMAQ (2007b)

Pode ser observado que as exportações apresentam, durante os primeiros anos da década de 2000, o mesmo comportamento de estabilidade verificado durante toda a década de 1990. Apesar da desvalorização cambial ocorrida em 1999, só a partir de 2003 as exportações voltam a crescer de maneira constante. As importações, que apresentavam uma trajetória com relativa instabilidade, mas sempre num patamar superior às exportações, têm comportamento semelhante no início da década de 2000. A partir de 2003 mostram nova tendência de crescimento. De 2004 para 2005 as importações apresentaram crescimento de 21,83% enquanto as exportações cresceram 9,94%. Em 2006 as importações apresentaram um número 18,35% superior se comparadas com o ano de 2005. Por sua vez, as exportações apresentaram um crescimento de 13,05% de 2005 para 2006.

A Tabela 3 representa um panorama mais detalhado, incluindo dados de faturamento e consumo aparente, da indústria de bens de capital mecânicos a partir de 1999:

Tabela 3 – Dados da indústria de bens de capital mecânicos em R\$ milhões¹² (1999 - 2006).

Período	(R\$ milhões)				Participação % Importação no Consumo Aparente
	Faturamento	Exportação	Importação	Consumo Aparente ¹³	
1999	21.318,71	5.238,78	14.365,42	30.445,34	47,2
2000	27.108,87	5.638,70	13.032,45	34.502,62	37,8
2001	20.237,02	7.607,52	20.984,49	43.613,99	48,1
2002	34.163,30	9.320,32	23.601,81	48.444,78	48,7
2003	35.100,26	12.059,28	21.786,94	44.827,92	48,6
2004	47.209,58	20.375,38	22.296,14	49.130,34	45,4
2005	55.862,43	18.740,30	22.532,24	59.654,38	37,8
2006	54.710,97	18.985,43	23.941,75	59.667,29	40,1

Fonte: ABIMAQ (2007b)

Observa-se que a complementaridade anteriormente rompida se estabelece num novo patamar, no qual a participação das importações no consumo aparente se dá num patamar muito mais elevado. Com uma redução mais significativa no ano de 2005, o percentual de importações não apresenta variações substanciais, haja vista a faixa apresentada na última coluna da Tabela 3 anterior.

2.2 Caracterização do setor de bens de capital

A indústria de bens de capital é normalmente delimitada pela sua complexidade e heterogeneidade. Sua composição e caracterização são traduzidas nos diversos aspectos de sua definição. Do ponto de vista funcional poderia ser entendida como os produtos utilizados para a fabricação de outros produtos e suas fronteiras se confundem com aquilo que conhecemos como máquinas e equipamentos (VERMULM e ERBER, 2002). A Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos – ABIMAQ subdivide os equipamentos mecânicos em diversos setores industriais¹⁴. O Anexo I

¹² De acordo com a ABIMAQ, a paridade cambial adotada refere-se ao dólar médio de venda mensal cotado pelo Banco Central do Brasil – BACEN.

¹³ Consumo aparente = produção + importações – exportações.

¹⁴ As informações sobre importações e exportações da ABIMAQ podem ser encontradas através da desagregação de cada setor em sua respectiva Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). Para detalhes sobre a NCM ver notas de rodapé n.26 e n.27.

apresenta as Câmaras Setoriais da ABIMAQ, que representam os diversos setores da indústria de bens de capital mecânicos.

Segundo ERBER *et al.* (1974), a heterogeneidade da indústria de bens de capital emergiu da “queima de etapas” no processo de industrialização originário do Plano de Metas e continuado no II PND. A ampliação dos investimentos em infra-estrutura imediatamente refletiu-se na necessidade de atendimento às demandas, com o respectivo aumento do núcleo de fabricantes. Uma composição entre empresas nacionais de maior porte, empresas nacionais de pequeno porte e filiais de empresas estrangeiras esboça o quadro que se estruturou ao longo dos anos seguintes.

Diante das múltiplas dimensões e das inúmeras diferenciações, a indústria de bens de capital permeia todo o espectro econômico, com presença intensa em todas as cadeias produtivas. Estruturada de forma a dar suporte às outras indústrias, ocupa um papel histórico, com importância central no processo de acumulação de capital e no processo de absorção e difusão de tecnologia (ERBER *et al.*, 1974). Esse ponto torna-se mais evidente quando, a partir dos anos 70, o paradigma eletrônico se difunde e as máquinas e equipamentos, anteriormente construídos numa base fundamentalmente mecânica, passam a incorporar diversos mecanismos eletro-eletrônicos que representaram um verdadeiro salto do ponto de vista tecnológico. Os produtos da indústria de bens de capital adquiriram maior valor agregado e requereram um novo conjunto de capacitações tecnológicas e produtivas (VERMULM e ERBER, 2002).

De acordo com VERMULM (2003), os bens de capital representam a dimensão central do investimento produtivo. O BNDES (1988) também considera que “a demanda por bens de capital é função do ritmo e do volume dos investimentos, sendo, portanto, determinada pela capacidade de acumulação da economia” (BNDES, 1988, p.67).

Deriva-se daí um outro elemento fundamental da composição do setor: sua diversidade de tecnologia, envolvida por trajetórias distintas entre os inúmeros segmentos, com a presença de máquinas e equipamentos de características funcionais extremamente variáveis organizadas em níveis tecnológicos múltiplos.

“As condições macroeconômicas como a distribuição de renda, evolução da demanda efetiva e as políticas públicas que afetam estas condições (...) constituem o entorno sistêmico da evolução da indústria de bens de capital” (VERMULM e ERBER, 2002, p.2). Para os autores, os atributos sistêmicos poderiam estar relacionados à presença de um conjunto de fornecedores especializados, a existência de mão-de-obra

qualificada e uma dimensão envolvendo um sistema nacional de inovações, elementos extremamente fragilizados na indústria brasileira. “É a estrutura produtiva, a dimensão e o dinamismo do mercado que definem o perfil de bens de capital demandados” (VERMULM e ERBER, 2002, p.7).

De acordo com RESENDE e ANDERSON (1999):

“A indústria produtora de bens de capital incorpora uma enorme diversidade e dispersão de condições competitivas inter e intra-setoriais. Essas diferenças são referentes às distintas categorias de bens produzidos, à divisão entre segmentos produtores de bens seriados e sob encomenda, ao porte e à divisão do controle da propriedade do capital das empresas líderes entre grupos nacionais ou estrangeiros, ao nível de atualização tecnológica e às assimetrias na capacidade de alavancagem financeira das empresas que operam nos diversos subsetores e geram padrões de concorrência diversos” (RESENDE e ANDERSON, 1999, p.7).

Nos resultados apresentados pela última PINTEC, realizada pelo IBGE, a maior parte dos processos de inovação das empresas se deu através da compra de máquinas e equipamentos (IBGE, 2005). Isso significa que a atualização tecnológica está ligada diretamente ao comportamento do setor de bens de capital. O setor assume caráter estratégico, haja vista que “desempenha um papel crítico na incorporação de novos conhecimentos tecnológicos no sistema produtivo, permitindo modificar as características dos bens produzidos e introduzir novos bens de produção” (ERBER *et al.*, 1974, p.1).

No entanto, conforme visto na seção anterior, as políticas macroeconômicas implementadas nas últimas décadas deixaram a indústria de bens de capital em um estado de considerável fragilidade. Sua produção declina sensivelmente entre 1980 e 1998¹⁵, com um intenso aumento das importações a partir da segunda metade da década de 1990 apresentando sucessivos saldos comerciais negativos.

O padrão de complementaridade entre produção doméstica e importação se deu num patamar completamente distinto. Os dados não representam uma evolução no quadro comparativo, haja vista que a especialização ocorreu em bens de menor conteúdo tecnológico. Um indicador desse tipo de estrutura pode ser a comparação entre os valores unitários das exportações e das importações apresentados por RESENDE e ANDERSON (1999). A Tabela 4 abaixo apresenta esses números durante a década de 90:

¹⁵ Ver Tabela 1.

Tabela 4 – Valor Unitário das Importações e Exportações de Bens de Capital

Segmentos	VUM – Valor Unitário das importações de bens de capital (US\$/kg)				
	1990	1993	1995	1996	1997
Agrícola	16,19	11,60	9,41	6,93	8,90
Construção	8,86	8,42	7,87	7,34	5,92
Energia elétrica	21,97	17,94	16,29	13,54	15,12
Transporte	79,96	11,64	8,85	10,50	8,77
Tipicamente Industriais	25,47	21,91	19,54	20,04	16,84

Segmentos	VUX – Valor Unitário das exportações de bens de capital (US\$/kg)				
	1990	1993	1995	1996	1997
Agrícola	4,00	4,30	4,60	5,00	5,29
Construção	4,98	5,37	6,21	5,97	5,81
Energia elétrica	4,17	4,60	5,26	5,77	5,37
Transporte	11,15	3,54	3,67	2,90	6,58
Tipicamente industriais	9,31	9,62	10,71	10,39	8,62

Fonte: SECEX/MICT¹⁶, apud Resende & Anderson (1999).

As diferenças apresentadas entre os valores unitários das exportações e das importações indicam que os bens produzidos no Brasil possuem valores agregados menores que os de origem estrangeira apontando para a fabricação doméstica de bens de capital de menor sofisticação tecnológica. Segundo COUTINHO (1997), o ciclo de investimentos dos anos noventa

“apenas reitera o padrão de especialização competitiva que a economia brasileira já havia logrado alcançar na década de 70. Em todos os complexos industriais mais sofisticados, com grau mais elevado de agregação de valor e maior dinamismo tecnológico, verifica-se um inegável retrocesso – sendo este particularmente evidente no caso do complexo eletrônico. Neste sentido, poder-se-ia precisamente classificar o período pós-estabilização como uma etapa de especialização regressiva do ponto de vista industrial” (COUTINHO, 1997, p.105).

¹⁶ No texto de RESENDE e ANDERSON (1999) não está explicitada a referência completa em relação aos dados da SECEX/MDIC – Secretaria de Comércio Exterior/Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

De acordo com muitos autores, a indústria adentrou os anos 90 e permaneceu durante os últimos anos com uma estrutura competitiva deficiente. Segundo FELTRIN (2002), por exemplo:

“Ao chegar aos anos 90, o setor produtor de bens de capital apresentava: (i) excesso de capacidade instalada; (ii) excessiva diversificação da linha de produtos de cada firma; (iii) reduzidos ganhos de escala; (iv) elevado grau de verticalização e (v) baixa capacitação tecnológica” (FELTRIN, 2002, p.8).

Ainda segundo COUTINHO (1997), é possível apontar como efeitos deste processo:

“1ª) Redução do valor agregado em todas as cadeias industriais complexas, onde parte crescente da produção dos componentes, peças e matérias-primas é substituída por importados (...). 2ª) Perda de espaços da oferta doméstica de bens finais pela ocupação de parte do mercado por produtos importados (...). 3ª) Finalmente, em muitos casos a produção no Brasil foi simplesmente suprimida e substituída por importações, ainda que a escala do nosso mercado permitisse produção eficiente” (COUTINHO, 1997, p.95).

Para VERMULM e ERBER (2002), dentre os problemas da indústria¹⁷ poderiam ser destacados: (i) pequena escala de produção; (ii) excessiva verticalização; (iii) excesso de diversificação de produtos fabricados individualmente pelas empresas; (iv) capacitação técnica limitada em termos de engenharia; (v) processos pouco automatizados; (vi) pouca integração entre a automação de desenho e a automação da produção; (vii) capacidade limitada do gerenciamento dos serviços de venda e pós-venda no exterior.

Durante os últimos anos, a participação¹⁸ dos principais segmentos da indústria de capital brasileira estruturou-se da forma apresentada na Tabela 5:

¹⁷ Indicadores agregados sobre a indústria de bens de capital não são de interesse do escopo do trabalho. O foco será nas informações específicas do setor de máquinas-ferramenta.

¹⁸ Tabulação solicitada ao IBGE.

Tabela 5 – Participação (%) dos principais tipos de segmentos na indústria de bens de capital

	Participação Percentual (%)			
	2002	2003	2004	2005
Total de Bens de Capital	100,0	100,0	100,0	100,0
Industrial	16,8	17,0	16,5	15,8
Seriados	14,0	14,4	14,5	13,6
Não Seriados	2,8	2,6	2,0	2,2
Agrícolas	4,8	5,7	5,0	3,0
Peças Agrícolas	0,1	0,1	0,1	0,0
Construção	3,6	3,3	3,8	4,8
Energia Elétrica	5,3	5,6	5,3	6,5
Transportes	36,2	37,6	39,6	40,5
Misto	33,1	30,8	29,7	29,4

Fonte: IBGE (2006b)

Estruturalmente, a indústria de bens de capital brasileira não apresentou grandes mudanças. A redução da participação das máquinas e equipamentos agrícolas pode ser explicada pelas questões conjunturais vinculadas às recentes crises relacionadas à agricultura. O segmento de maior representação na economia, composto pelos bens industriais seriados e não seriados, comportou-se de maneira relativamente estável. Nesse segmento, especificamente, serão encontradas as empresas fabricantes de máquinas-ferramenta, objeto de estudo deste trabalho.

CAPÍTULO 3 – A INDÚSTRIA DE MÁQUINAS-FERRAMENTA BRASILEIRA

3.1 Conceituação e Evolução

As pré-condições técnicas que possibilitaram a consolidação dos elementos que convergiram na “Primeira Revolução Industrial” podem ser exaustivamente exploradas. Seus pontos mais característicos se materializam na automação da indústria têxtil e no advento da máquina a vapor.

No entanto, segundo TAUILE (2001), Marx caracterizou o surgimento da *working machine*¹⁹ como de grande importância, pois para este “a máquina a vapor em si (...) não fez surgir qualquer revolução industrial. Ao contrário, foi a invenção das máquinas-ferramenta que tornou necessária a revolução da forma das máquinas a vapor necessárias” (MARX²⁰ apud TAUILE, 2001, p.78).

Para TAUILE (2001), existe uma distinção entre dois tipos de máquinas-ferramenta. As chamadas máquinas de produção que, com o objetivo de atender a escalas de produção mais elevadas, são capazes de repetir uma mesma operação, automaticamente e indefinidamente e as máquinas-ferramenta universais, que estariam voltadas para inúmeras operações diferentes atingindo os objetivos de flexibilização do processo produtivo.

Se a introdução desses equipamentos representou bem o modelo de administração advindo do paradigma taylorista-fordista, sua relação com a base fabril também se modificou durante o século XX, na medida em que a separação rígida entre concepção e execução entrou em movimento de ruptura.

Diversos setores da economia, como a indústria de bens de capital, de bens de consumo, e a própria base microeletrônica foram tomados pelo “aumento da quantidade de trabalho sobre a informação em relação à quantidade de trabalho sobre a matéria” (MARQUES, 2002, p.24). É o processo conhecido como “informacionalização” ou “desmaterialização” da economia.

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ):

¹⁹ TAUILE (2001) afirma que a tradução mais adequada para *working machine* seria máquina-ferramenta e não a tradução literal “máquina de trabalho”.

²⁰ MARX, K. *O Capital*, livro I. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, s.d.

“por máquinas-ferramenta entende-se as máquinas para processamento de metais por arranque de cavaco ou deformação. O setor (...) agrega 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” (ABIMAQ, 2007a).

Pela sua caracterização e por sua representatividade no ambiente econômico, a indústria de máquinas-ferramenta (MF) ocupa uma região central dentro da estrutura produtiva de um país. Destaca-se, dentro da indústria de bens de capital, por ser o segmento de máquinas que fabricam máquinas. Representa um ambiente de produção, acumulação e difusão do progresso técnico por toda a cadeia.

Os estudos de VERMULM (1994) bem como de CHUDNOVSKY e ERBER (1999) são importantes referências para o entendimento do histórico da indústria de máquinas-ferramenta no Brasil. A indústria de máquinas-ferramenta pode ser considerada o “coração” da indústria de bens de capital. Como são as máquinas que produzem máquinas, representa o *locus* de acumulação e difusão do progresso técnico (CHUDNOVSKY e ERBER, 1999). Seu uso permitiu aos diversos setores industriais um maior grau de flexibilização de seus processos produtivos, bem como a incorporação e a disseminação de novos conhecimentos.

Central para a indústria de bens de capital, a indústria de máquinas-ferramenta acompanhou, naturalmente, os movimentos e a evolução da primeira. Portanto, o seu surgimento também poderia nos remeter à década de 1930. A expansão do segmento de MF segue as oscilações da economia, haja vista que os investimentos trazem consigo a demanda por equipamentos e máquinas. De acordo com VERMULM (1994):

“Os períodos do Programa de Metas (1956/61), do ‘Milagre Brasileiro’ (1968/73) e do II PND (1975/79) são momentos de acelerado crescimento do setor e de modificações nas linhas de produtos, com lançamentos novos e mais sofisticados, acompanhando a integração do adensamento da indústria brasileira, constituída sob o modelo de substituição de importações” (VERMULM, 1994, p.83).

No Plano ou Programa de Metas, iniciado na década de 50, os investimentos concentraram-se numa matriz que privilegiava a estruturação da indústria automobilística brasileira. A fabricação de automóveis foi e é a base da indústria metal-

mecânica que, por sua vez, tem seu parque formado fundamentalmente por máquinas-ferramenta.

As unidades produzidas naquele momento correspondiam, basicamente, a máquinas convencionais, de base fundamentalmente mecânica, com pouca sofisticação tecnológica e de funcionamento simples. Máquinas mais complexas ficavam vinculadas às importações. A fabricação de máquinas-ferramenta “iniciou-se pela cópia de máquinas importadas e caminhou em direção a uma combinação entre desenvolvimento próprio do produto e licenciamento do exterior” (VERMULM, 1994, p.82).

As máquinas mais complexas citadas já tinham seu uso difundido no exterior e no Brasil passaram a ser produzidas num segundo momento. As linhas vindas de fora eram compostas por máquinas-ferramenta de comando numérico (MFCN). As MFCN “são máquinas-ferramenta (tornos, fresadoras, mandrilhadeiras, etc.) cujas ordens de operação, quanto à trajetória e à velocidade das várias ferramentas, são dadas pelo controle numérico” (BNDES, 1988, p.7). De acordo com TAUILE (2001),

“o desenvolvimento das máquinas-ferramenta com controle numérico (MFCN), na virada dos anos 50, foi considerada a mais importante inovação na manufatura, desde a introdução da linha de montagem, com Ford, por conseguir automatizar a produção em pequena escala” (TAUILE, 2001, p.105).

Obviamente, a partir da modernização do parque fabril brasileiro a partir dos anos 80, as MFCN passaram a ser produzidas no país, decisão que veio a reboque dos investimentos do período do milagre brasileiro. A necessidade de atender às demandas da indústria automobilística e da indústria de bens de capital²¹ fez, conforme visto na seção anterior, que o setor se expandisse e avançasse tecnologicamente, principalmente após a entrada de filiais de empresas estrangeiras que participaram ativamente do progresso técnico do setor. No final da década de 70, além do desenvolvimento de produtos mais complexos (MFCN), vinculado à capacitação tecnológica das empresas, o Brasil teve seu hiato tecnológico bastante reduzido, principalmente no que diz respeito às máquinas convencionais (VERMULM, 1994). A indústria aeronáutica, outro grande

²¹ Nesse período os investimentos em infra-estrutura foram intensos e, obviamente, o setor de bens de capital foi amplamente demandado para a produção dos equipamentos necessários às obras. De forma encadeada, o setor de bens de capital estimulou a promoção do segmento produtor de máquinas-ferramenta.

demandante de bens de capital, também contribuiu de forma substancial com o crescimento e desenvolvimento da indústria de máquinas-ferramenta.

A partir da década de 70, a economia internacional passa por uma transformação paradigmática. A revolução tecnológica da microeletrônica permitiu a integração da base eletrônica à base mecânica, gerando os alicerces da chamada mecatrônica. A microeletrônica mudou o caráter da automação introduzida no âmbito da produção (TAUILE, 2001).

Enquanto as MFCN representam a primeira fase do processo de automação industrial a partir dos anos 50, o seu desenvolvimento se dá pela difusão do uso dessas máquinas com a incorporação da base microeletrônica. São os passos para a entrada, na estrutura industrial, dos Controles Numéricos Computadorizados (CNC), que são formados por “um instrumento eletrônico, um microcomputador, que dispõe de um programa com os parâmetros básicos para operação de uma peça” (BNDES, 1988, p.7).

A indústria automobilística, enquanto base da estrutura industrial metal-mecânica, foi fundamental para contribuir com o avanço dos equipamentos responsáveis pela usinagem de materiais. A demanda por maior flexibilidade e a necessidade de um uso variado de ferramentas levou o setor de máquinas-ferramenta a concentrar em uma só máquina, de controle computadorizado, o uso de distintas operações, anteriormente realizadas por diferentes máquinas, separadamente. Com troca automática de ferramentas e uma flexibilidade envolvendo movimentos e modos de conformação variados, os centros de usinagem adquiriram grande importância na indústria.

Nos passos seguintes, acompanhando o movimento do arranjo industrial adotado na fabricação de automóveis, houve a necessidade de integrar dois ou mais centros de usinagem, controlados por um mecanismo computadorizado central, formando células flexíveis de manufatura (CFM). Estas células ainda realizam as atividades de troca automática de *pallets* e de ferramentas. A integração de mais de duas células, com o mesmo princípio central de controle e a inclusão de um sistema de transporte automático²² que movimentam, troca e armazena *pallets*, ferramentas e peças formam um Sistema Flexível de Manufatura (SFM) (BNDES, 1988).

Toda essa estrutura, que representa um movimento gradual de automação dos processos industriais, demonstra claramente a difusão do progresso técnico entre as

²² Normalmente são utilizadas esteiras transportadoras e robôs para a movimentação de peças e materiais.

demais indústrias, provocada pela utilização dessas máquinas, haja vista a necessidade de qualificação e capacitação técnica para o uso e gerenciamento desses equipamentos.

A base microeletrônica, que integrou novos conhecimentos aos processos de produção e utilização das máquinas-ferramenta, veio acompanhada de novos sistemas de informação, aplicativos, programas, softwares. Estes, necessariamente, elevaram a um novo patamar as relações entre a engenharia e a fábrica e integraram de maneira veloz e flexível o setor de projeto e o “chão de fábrica”.

Portanto, nesse ambiente de integração de processos, a presença dos sistemas computacionais nas fases de concepção e produção se tornou cada vez mais freqüente. Tanto no fornecimento das máquinas-ferramenta quanto na sua utilização, a plataforma conhecida como CAD (Projeto Auxiliado por Computador) / CAM (Manufatura Auxiliada por Computador)²³ foi largamente difundida e se tornou mecanismo importante para competitividade das empresas. Fundamentalmente, o CAD é utilizado para a modelagem e simulação do projeto do produto, enquanto o CAM gera os programas que serão utilizados na linha de fabricação²⁴, em grandes máquinas e centros de usinagem²⁵.

A década de 80 representa um momento de grande crise na economia brasileira, apresentando para a indústria de bens de capital no país um quadro bastante ruim, representado pela queda de vendas internas e um ambiente externo recessivo. No entanto, a trajetória de crescimento e de aprendizagem tecnológica da década anterior, permitiu que a indústria de máquinas-ferramenta mantivesse o seu ritmo de investimentos e de modernização da linha de produtos. Esse movimento deve-se principalmente às mudanças tecnológicas, com a introdução da microeletrônica, anteriormente citada, que abriu oportunidades para os fabricantes enfrentarem a crise. (CHUDNOVSKY e ERBER, 1999, VERMULM, 1994).

No entanto, os problemas que normalmente eram enfrentados pela indústria de bens de capital em geral, como a alta verticalização e a baixa especialização, podem ser

²³ No original, CAD – Computer Aided Design e CAM – Computer Aided Manufacturing.

²⁴ De acordo com o BNDES (1988), o CAD “é um sistema de processamento de dados que realiza cálculos e desenhos objetivando a concepção ótima do produto” e o CAM “incorpora um ou mais computadores através dos quais realiza tarefas envolvidas na organização, esquematização e controle das operações de manufatura do produto” (BNDES, 1988, p.8).

²⁵ Atualmente, o uso de tecnologias que gerenciam e integram os processos de engenharia e de manufatura ultrapassou os modelos bidimensionais tradicionais. A utilização de sistemas que permitem a modelagem tridimensional de peças e componentes, em graus de complexidade distintos, é cada vez mais freqüente. Um exemplo muito aplicado atualmente pelas empresas é o CATIA – Computer Aided Three dimensional Interactive Application.

reproduzidos de forma semelhante na indústria nacional de MF. Apesar da difusão dos novos modelos em uma nova base técnica, o setor enfrentava baixa competitividade externa e ainda se concentrava em produtos de complexidade tecnológica inferior aos equipamentos importados.

Nesse painel que se configurava na década de 80 se tornava evidente, como apresentado em VERMULM (1994) e VERMULM e ERBER (2002), um dos grandes problemas estruturais da cadeia produtiva, que era a precariedade da base de fornecedores de peças e componentes.

O início dos anos 90 foi tomado por um momento de instabilidade e incertezas. O entorno sistêmico, fundamental para a compreensão dos elementos que fundamentam a estrutura da cadeia de bens de capital, baseou-se em políticas de caráter liberal que foram responsáveis, em grande parte, pela implosão do setor industrial brasileiro. A abertura comercial e a valorização comercial expuseram internacionalmente a indústria brasileira. O déficit comercial dos anos 90 foi resultado do aumento da competição com produtos importados.

A Tabela 6 apresenta os dados consolidados da indústria de máquinas-ferramenta de meados da década de 80 até o final da década de 90:

Tabela 6 – Produção, Exportação, Importação e Consumo Aparente de MF no Brasil em US\$ milhões correntes (1986 – 1997).

Ano	Produção	Exportação	Importação	Consumo Aparente	Part. % Importação no Cons. Aparente
1986	552	26	56	582	9,58
1987	523	24	114	612	18,57
1988	547	40	146	653	22,35
1989	461	31	168	598	28,05
1990	431	37	208	602	34,55
1991	350	68	227	509	44,64
1992	286	65	168	390	43,24
1993	437	75	161	523	30,76
1994	467	62	228	633	36,02
1995	668	117	424	975	43,44
1996	522	119	426	829	51,36
1997	543	104	484	923	52,42

Fonte: Adaptado de CHUDNOVSKY e ERBER (1999) com dados da ABIMAQ, CACEX (Carteira de Comércio Exterior) e DECEX (Departamento de Operações de Comércio Exterior).

Na segunda metade da década, a partir de 1994, as importações cresceram de forma muito superior que as exportações. As políticas de abertura comercial permitiram que a indústria de máquinas-ferramenta, de forma não distinta do restante da indústria de transformação, registrasse sucessivos saldos negativos em sua balança comercial. O processo de modernização realizado pelo setor a partir dos anos 80, período de comportamento um pouco diferente da indústria de bens de capital em geral, foi realizado principalmente com a utilização de máquinas importadas, de características mais complexas e sofisticadas.

De acordo com CHUDNOVSKY e ERBER (1999), as empresas se concentraram em modificação de processos com o intuito de reduzir custos. Foi o momento da entrada dos diversos programas de qualidade e produtividade, da racionalização dos procedimentos, da melhoria dos controles e das mudanças organizacionais.

3.2 Caracterização do setor de máquinas-ferramenta brasileiro

O panorama atual do setor fabricante de máquinas-ferramenta se apresenta de forma muito próxima ao dos demais setores fornecedores de máquinas e equipamentos. Conforme visto através dos movimentos registrados em décadas anteriores, de forma agregada, a indústria de bens de capital se consolidou com elevada verticalização, produção voltada essencialmente para o mercado interno, linha de produtos muito diversificada, precária rede de fornecedores de peças, partes e componentes (VERMULM, 1994, VERMULM, 2003).

Em meados dos anos 90 a indústria de máquinas-ferramenta brasileira apresentava uma heterogênea estrutura de mercado que seria composta por três grupos distintos de empresas. Um grupo de pequenas e médias empresas nacionais produtoras de máquinas convencionais de tecnologia mais simples, um segundo grupo formado por empresas nacionais de médio e grande porte com máquinas mais elaboradas tecnologicamente, que incorporaram CNCs aos equipamentos, e um grupo de empresas estrangeiras produtoras de máquinas especiais com conteúdo tecnológico de grande sofisticação (VERMULM, 1994).

Em estudo posterior, o autor, ao identificar a estrutura de mercado que se apresentava durante a década de 2000, relacionou três grupos constituídos basicamente

pela mesma formação anterior. Uma faixa seria composta por empresas nacionais de pequeno e médio porte, responsáveis pela fabricação de máquinas mais tradicionais, de base fundamentalmente mecânica, com pouca tecnologia incorporada. O outro grupo seria formado por empresas nacionais de maior porte, tradicionais, de origem familiar, cuja linha de produtos é composta por máquinas de fabricação seriada, padronizadas, mas automatizadas, com a incorporação da base computadorizada dos comandos numéricos. A terceira faixa, como anteriormente observado, seria constituída de empresas estrangeiras produtoras de máquinas especiais, sob encomenda, de elevado conteúdo tecnológico (VERMULM, 2003). Estas empresas, apesar de terem se estabelecido no Brasil há muitos anos ainda apresentam uma relação intra-organizacional muito forte com suas matrizes no exterior.

De acordo com a tabela da Tarifa Externa Comum (TEC) estabelecida no Brasil²⁶, os diversos produtos da economia são distribuídos em seções e subseções conforme sua Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). O capítulo 84 da tabela compreende os reatores nucleares, caldeiras, máquinas, aparelhos e instrumentos mecânicos, e suas partes²⁷.

A Tabela 7 a seguir apresenta a relação de máquinas-ferramenta conforme descrição e distribuição estabelecida na NCM encontrada no Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). As informações desagregadas, com suas posições detalhadas e os percentuais relativos às alíquotas do Imposto de Importação (II) podem ser encontradas no Anexo II.

²⁶ De acordo com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), “como previsto no Tratado de Assunção, a partir de 01/01/95, os quatro Estados Partes do MERCOSUL adotaram a Tarifa Externa Comum (TEC), com base na Nomenclatura Comum do MERCOSUL (NCM), com os direitos de importação incidentes sobre cada um desses itens. (...) A partir de 01/01/2007, entrou em vigor no Brasil a nova versão da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) adaptada à IV Emenda do Sistema Harmonizado de Designação e Codificação de Mercadorias, aprovada pelo Conselho de Cooperação Aduaneira (SH-2007)” (MDIC, 2007).

²⁷ O capítulo 84 está contido na Seção XVI onde são registradas as alíquotas para “Máquinas e aparelhos, material elétrico, e suas partes; aparelhos de gravação ou de reprodução de som, aparelhos de gravação ou de reprodução de imagens e de som em televisão, e suas partes e acessórios” (MDIC, 2007). A maioria das máquinas e equipamentos mecânicos está relacionada nesta seção.

Tabela 7 – Relação dos códigos da NCM e suas respectivas descrições para o setor de máquinas-ferramenta.

<i>NCM</i>	<i>Descrição na NCM</i>
8456	Máquinas-ferramenta que trabalhem por eliminação de qualquer matéria, operando por “laser” ou por outro feixe de luz ou de fótons, por ultra-som, por eletroerosão, por processos eletroquímicos, por feixes de elétrons, por feixes iônicos ou por jato de plasma.
8457	Centros de usinagem, máquinas de sistema monostático (“single station”) e máquinas de estações múltiplas, para trabalhar metais.
8458	Tornos (incluídos os centros de torneamento) para metais.
8459	Máquinas-ferramenta (incluídas as unidades com cabeça deslizante) para furar, mandrilar, fresar ou roscar interior e exteriormente metais, por eliminação de matéria, exceto os tornos (incluídos os centros de torneamento) da posição 84.58.
8460	Máquinas-ferramenta para rebarbar, afiar, amolar, retificar, brunir, polir ou realizar outras operações de acabamento em metais ou ceramais (“cermets”) por meio de mós, de abrasivos ou de produtos polidores, exceto as máquinas de cortar ou acabar engrenagens da posição 84.61.
8461	Máquinas-ferramenta para aplainar, plainas-limadoras, máquinas-ferramenta para escatelar, brochar, cortar ou acabar engrenagens, serrar, seccionar e outras máquinas-ferramenta que trabalhem por eliminação de metal ou de ceramais (“cermets”), não especificadas nem compreendidas em outras posições.
8462	Máquinas-ferramenta (incluídas as prensas) para forjar ou estampar, martelos, martelos-pilões e martinets, para trabalhar metais; máquinas-ferramenta (incluídas as prensas) para enrolar, arquear, dobrar, endireitar, aplanar, cisalhar, puncionar ou chanfrar metais; prensas para trabalhar metais ou carbonetos metálicos, não especificadas acima.
8463	Outras máquinas-ferramenta para trabalhar metais ou ceramais (“cermets”), que trabalhem sem eliminação de matéria.
8464	Máquinas-ferramenta para trabalhar pedra, produtos cerâmicos, concreto, fibrocimento ou matérias minerais semelhantes, ou para o trabalho a frio do vidro.
8465	Máquinas-ferramenta (incluídas as máquinas para pregar, grampear, colar ou reunir por qualquer outro modo) para trabalhar madeira, cortiça, osso, borracha endurecida, plásticos duros ou matérias duras semelhantes.
8466	Partes e acessórios reconhecíveis como exclusiva ou principalmente destinados às máquinas das posições 84.56 a 84.65, incluídos os porta-peças e porta-ferramentas, as feiras de abertura automática, os dispositivos divisores e outros dispositivos especiais, para máquinas-ferramenta; porta-ferramentas para ferramentas manuais de todos os tipos.

Fonte: MDIC (2007)

Com relação aos dados de comércio, podemos observar que as informações encontradas na indústria de bens de capital podem ser relacionadas, de forma semelhante, para a indústria de máquinas-ferramenta. Tais dados²⁸ se encontram nas Tabelas 8 e 9 abaixo:

Tabela 8 – Dados da indústria de máquinas-ferramenta em US\$ milhões (2000 – 2005).

Período	(US\$ milhões)			
	Faturamento	Exportação	Importação	Consumo Aparente
2000	477,70	134,19	391,02	734,53
2001	447,63	118,06	506,06	835,63
2002	382,66	99,75	364,97	647,88
2003	472,63	129,36	339,35	682,62
2004	713,90	178,87	409,80	944,82
2005	860,65	220,73	613,83	1.253,75

Fonte: ABIMAQ (2006)

Tabela 9 – Dados da indústria de máquinas-ferramenta em R\$ milhões (2000 – 2005).

Período	(R\$ milhões)				Participação % Importação no Consumo Aparente
	Faturamento	Exportação	Importação	Consumo Aparente	
2000	874,28	245,59	715,64	1.344,33	53,2
2001	1.052,10	277,49	1.189,44	1.964,06	60,6
2002	1.117,84	291,39	1.066,15	1.892,60	56,3
2003	1.436,10	389,74	1.035,89	2.082,26	49,7
2004	2.078,90	525,79	1.193,18	2.746,29	43,4
2005	2.074,38	539,93	1.480,21	3.014,67	49,1

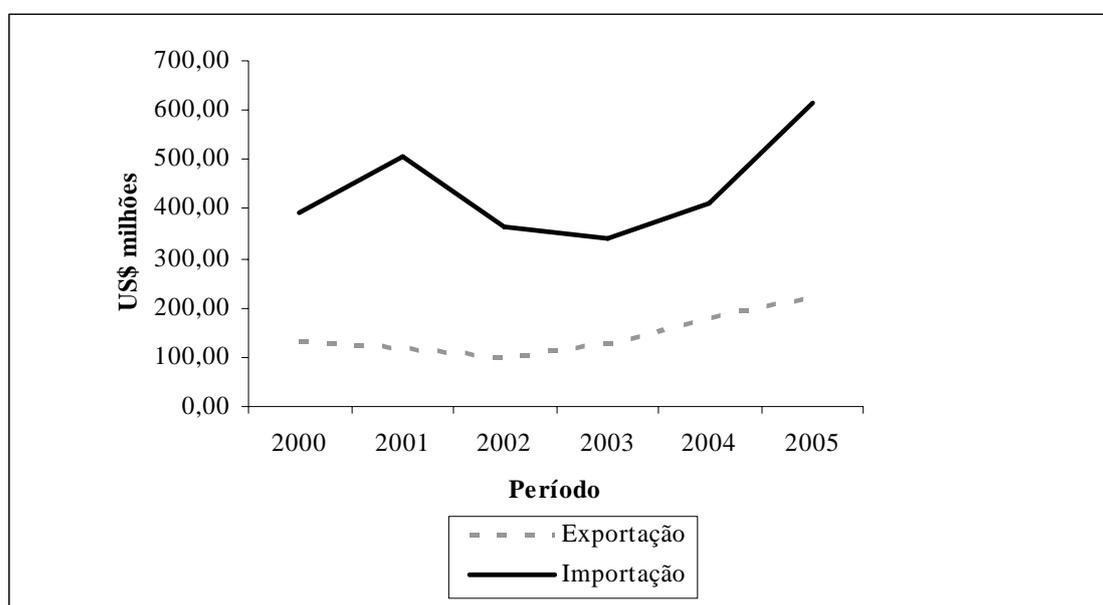
Fonte: ABIMAQ (2006)

Se observarmos as informações da Tabela 6, a participação das importações no consumo aparente cresce de forma constante até o início da década de 90 e atinge o percentual de 44,64% em 1991. Após uma queda nos dois anos subseqüentes, a participação das importações volta a crescer de forma substancial a partir de 1994 e atinge seu pico em 1997 com o percentual de 52,42%.

²⁸ De acordo com a ABIMAQ, a paridade cambial adotada refere-se ao dólar médio de venda mensal cotado pelo BACEN.

Esse comportamento da indústria de MF, no qual a participação das importações é elevada, se repete ao longo da década de 2000, período onde o percentual apresentado sempre ficou quase sempre acima dos 49%²⁹. Considerando os dados da indústria de máquinas-ferramenta em US\$ milhões, as importações se elevam num determinado ritmo a partir de 2003. O valor das importações das máquinas no ano de 2005 foi cerca de 50% superior ao ano de 2004. A Figura 2 abaixo representa de forma mais clara os movimentos de exportação e importação realizados pelo setor de máquinas-ferramenta ao longo da década de 2000.

Figura 2 - Exportação x Importação do setor de MF entre 2000 e 2005 (US\$ milhões)



Fonte: Elaboração própria com os dados da ABIMAQ (2006)

As informações sobre as importações e exportações podem ser encontradas de forma desagregada³⁰, baseadas nas posições da NCM e representadas nas Tabelas 10 e 11 abaixo:

²⁹ Em 2004 a participação percentual das importações no consumo aparente foi de 43,4%, No entanto, em 2001, esse número chegou a ultrapassar a barreira dos 60%.

³⁰ Foram solicitados a ABIMAQ dados desagregados dos indicadores conjunturais do segmento fabricante de máquinas-ferramenta.

Tabela 10 – Exportação do Setor de Máquinas-Ferramenta por código da NCM
em US\$ (2002-2005).

NCM	Período			
	2002	2003	2004	2005
8456	842.885	1.213.479	916.126	1.224.376
8457	36.307.627	38.709.449	59.132.105	39.353.819
8458	9.112.336	12.958.204	16.967.271	23.299.404
8459	9.152.151	1.684.503	851.457	2.217.826
8460	1.339.501	1.494.097	2.810.818	6.051.357
8461	473.599	647.723	2.751.955	2.199.550
8462	26.023.194	55.118.834	74.509.393	112.488.400
8463	1.427.743	1.104.696	2.165.575	5.022.879
8466	15.065.972	16.424.142	18.769.718	28.875.092

Fonte: ABIMAQ (2006)

Tabela 11 – Importação do Setor de Máquinas-Ferramenta por código da NCM
em US\$ (2002 – 2005).

NCM	Período			
	2002	2003	2004	2005
8456	20.687.625	29.424.480	43.969.366	53.786.496
8457	39.667.201	53.060.215	64.319.429	85.743.317
8458	29.826.912	38.105.846	44.184.381	68.800.569
8459	23.030.857	18.317.990	20.911.954	39.591.901
8460	44.316.860	33.287.755	30.758.312	60.258.979
8461	26.628.029	22.121.284	30.189.206	28.073.872
8462	92.536.473	57.906.808	65.918.001	139.873.888
8463	14.852.671	10.712.225	16.705.525	22.628.747
8466	73.426.086	76.410.090	92.839.346	115.040.241

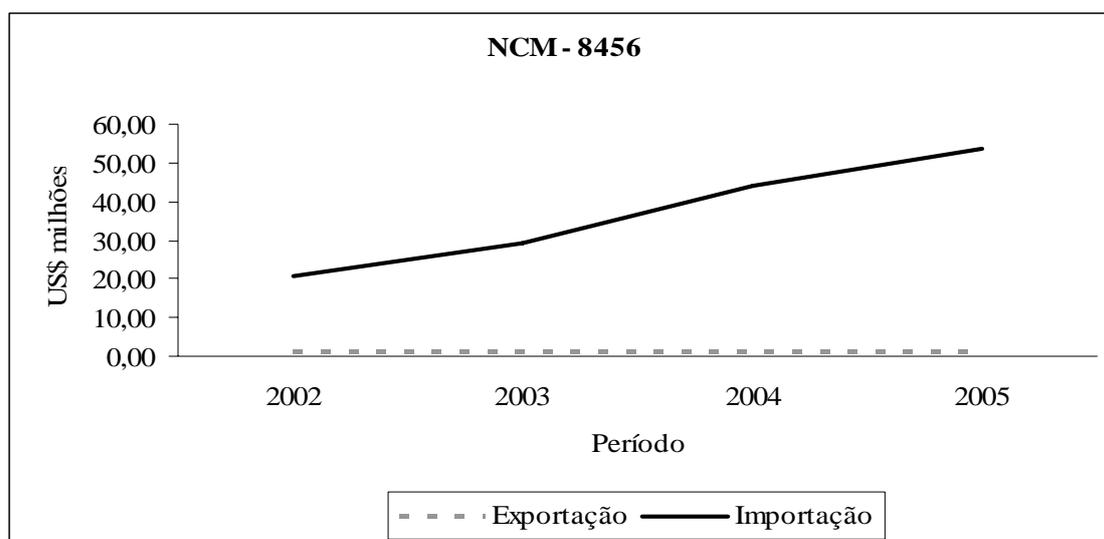
Fonte: ABIMAQ (2006)

Baseado no comportamento da indústria de máquinas-ferramenta ao longo da história, bem como nos elementos encontrados na última década, observa-se que o seu quadro estrutural não apresenta pontos muito positivos. Além disso, a indústria concentra as importações em equipamentos de maior sofisticação tecnológica, pois se especializou de maneira regressiva em itens de menor valor agregado. As linhas mais convencionais podem ser encontradas no mercado nacional, mas aquelas de maior

complexidade continuam vindo do exterior, integralmente. Quando não são importadas em sua totalidade, sua cadeia de fornecedores de peças, partes e componentes tem sua plataforma estruturada em outros países.

Os números das Tabelas 10 e 11 revelam um movimento muito característico. O caso das máquinas-ferramenta enquadradas na NCM 8456³¹, por exemplo, pode ser observado na Figura 3 abaixo:

Figura 3 – Exportação x Importação das máquinas-ferramenta enquadradas na NCM – 8456 em US\$ milhões (2002 – 2005)



Fonte: Elaboração própria com os dados da ABIMAQ (2006)

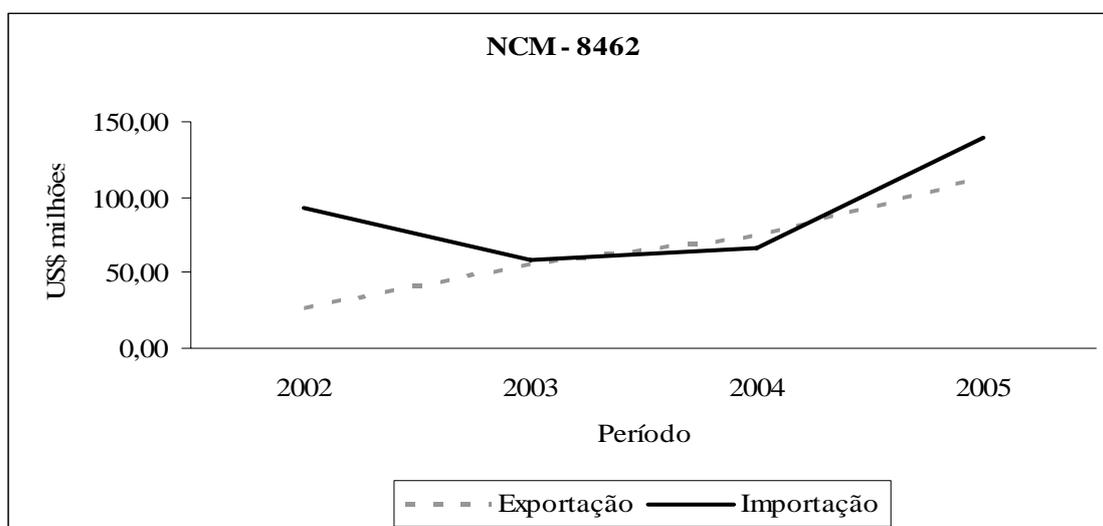
Os equipamentos utilizados em operações de eliminação de matéria ou de corte que exigem maior precisão, utilizando mecanismos mais avançados como o laser, o ultra-som ou a eletroerosão, foram mais difundidos a partir da década de 2000. As importações deram um salto no período considerado, pois em 2005 seu valor foi cerca de 160% superior ao de 2002. Enquanto isso, as exportações, apesar de uma variação percentual em torno dos 45%, permaneceram num patamar muito baixo. É possível que, obedecendo a um processo de aprendizado semelhante ao ocorrido na aquisição e utilização de outras máquinas, o Brasil possa aumentar sua capacitação na produção desses equipamentos e elevar o seu nível de exportação. No entanto, o distanciamento da fronteira tecnológica observado em outros tipos de itens produzidos no setor indica

³¹ Para detalhes gráficos sobre os números envolvendo exportação e importação de equipamentos enquadrados nas outras Nomenclaturas (NCM), ver Anexo III.

que a situação de avanço em direção a uma maior capacitação pode ser muito mais complexa.

Entretanto, se observarmos os números relativos às prensas para estampar e trabalhar metais, utilizadas basicamente pelo setor automotivo e enquadradas na NCM 8462, verificamos uma evolução constante das exportações entre 2002 e 2005. As importações, que apresentaram uma queda brusca de 2002 para 2003, voltam a subir ligeiramente em 2004 e ultrapassam novamente as exportações no ano de 2005. Essa nomenclatura inclui: linhas *transfer*, tradicionalmente compostas por máquinas articuladas em seqüência e cuja transferência de peças, de um equipamento para outro, ocorre de forma automática; e linhas de prensas mais flexíveis, com uso mais intensivo de componentes eletrônicos, associadas a sistemas modulares de transferência entre as estações de trabalho. A Figura 4 abaixo representa de forma mais clara esses movimentos:

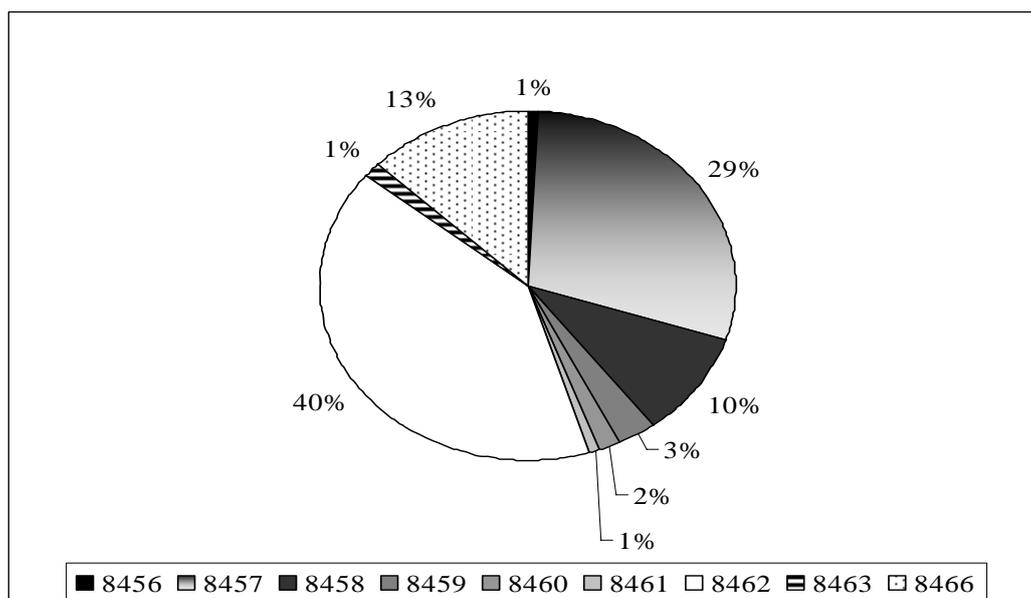
Figura 4 – Exportação x Importação das máquinas-ferramenta enquadradas na NCM – 8462 em US\$ milhões (2002 – 2005)



Fonte: Elaboração própria com os dados da ABIMAQ (2006)

É importante destacar que esses equipamentos representam uma parcela significativa das exportações de máquinas-ferramenta realizadas pelo país. A fatia que correspondia a 26% das exportações em 2002 praticamente dobrou em 2005, alcançando o percentual de 51%. A média das participações entre 2002 e 2005 está em torno dos 40%, como pode ser visualizado através da Figura 5 abaixo:

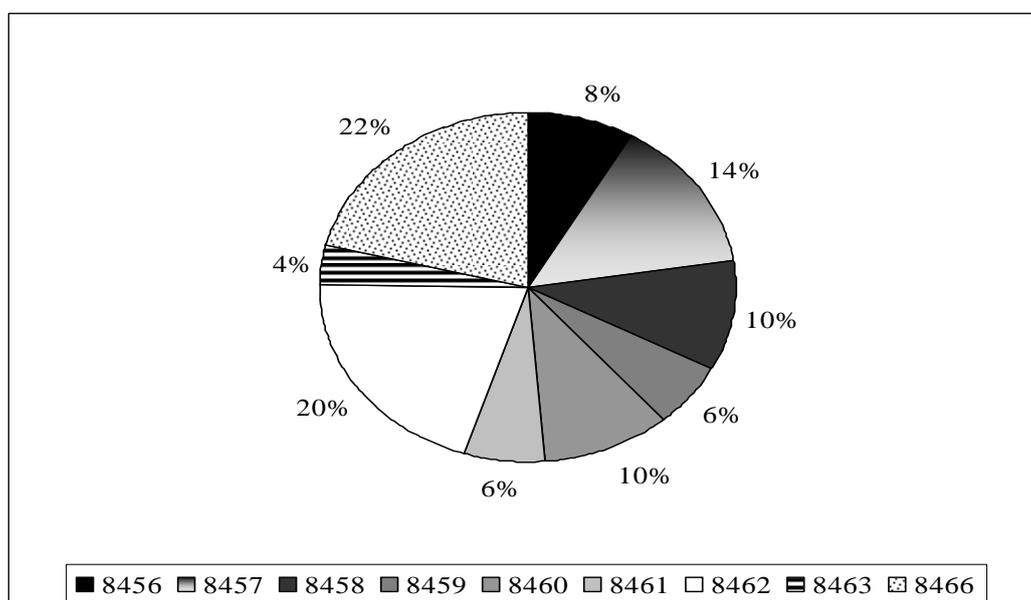
Figura 5 – Participação Média de cada NCM nas Exportações (2002-2005).



Fonte: Elaboração própria com os dados da ABIMAQ (2006)

Quando se trata da participação média de cada NCM nas importações, referente ao período de 2002 a 2005, há uma distribuição mais equilibrada com relação aos produtos comercializados, conforme pode ser observado na Figura 6 abaixo:

Figura 6 – Participação Média de cada NCM nas Importações (2002-2005)

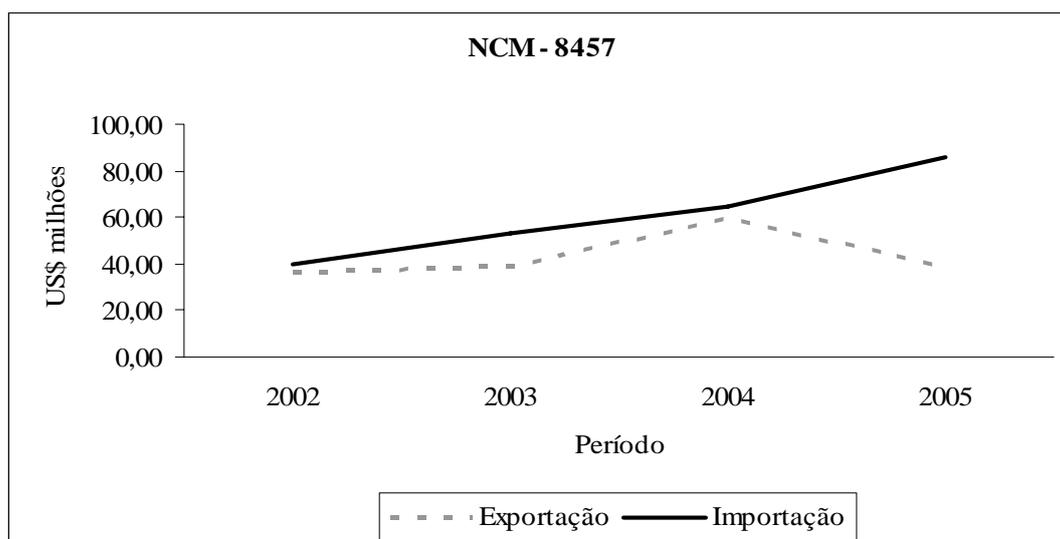


Fonte: Elaboração própria com os dados da ABIMAQ (2006)

Os centros de usinagem, muito difundidos pela indústria em geral, são utilizados intensamente na produção de peças para a indústria automotiva. Sua aplicação é voltada,

principalmente, para sistemas flexíveis que, formados por estações múltiplas, robôs e equipamentos para transporte, são responsáveis pela usinagem, por exemplo, de blocos e cabeçotes de motor. São itens, portanto, de maior complexidade tecnológica. De acordo com os dados obtidos e conforme pode ser observado através da Figura 7 abaixo, as importações desses equipamentos (NCM-8457) crescem de forma constante a partir de 2002, ocupando um percentual médio de 14% do total ao longo dos três anos subsequentes. As exportações dão um salto no ano de 2004 praticamente alcançando o valor das importações no mesmo período. No entanto, em 2005 os valores retornam aos patamares observados em 2002. A tendência, com a ampliação da demanda do setor automobilístico, é que as exportações voltem a crescer de forma substancial a partir de 2006.

Figura 7 – Exportação x Importação das máquinas-ferramenta enquadradas na NCM – 8457 em US\$ milhões (2002 – 2005)



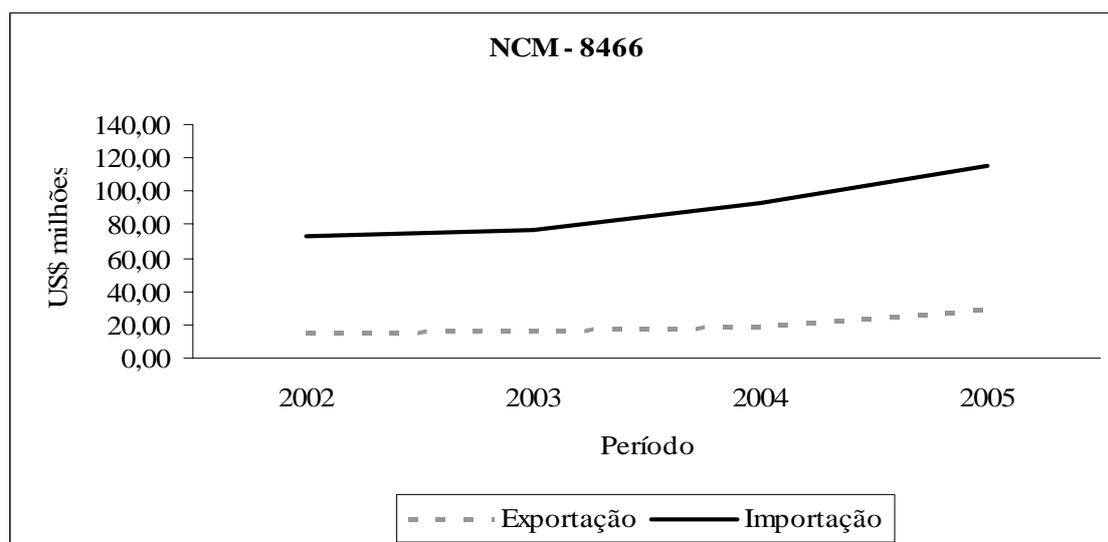
Fonte: Elaboração própria com os dados da ABIMAQ (2006).

Apesar de redução no total das exportações no ano de 2005, os produtos de NCM 8457 têm um percentual médio de participação entre 2002 e 2005 de elevados 29%.

Uma questão importante, anteriormente apresentada no diagnóstico realizado para a indústria de bens de capital, e apontada como um dos problemas relacionados à competitividade do setor relaciona-se ao baixo desenvolvimento de seus fornecedores. Isso se aplica de forma similar ao segmento fabricante de máquinas-ferramenta, significando que a cadeia de fornecedores de peças e componentes está pouco

estruturada e com baixa qualificação. A substituição de peças e componentes nacionais por itens importados indicada por diversos autores é também revelada quando observamos os dados de importação e exportação da NCM 8466 disponíveis entre 2002 e 2005 e destacados na Figura 8 abaixo:

Figura 8 – Exportação x Importação de peças e acessórios enquadrados na NCM – 8466 em US\$ milhões (2002 – 2005)



Fonte: Elaboração própria com os dados da ABIMAQ (2006).

A participação média (2002-2005) de partes e acessórios importados destinados exclusivamente ou principalmente às máquinas-ferramenta enquadradas da NCM 8456 a NCM 8465 no total das importações é de 21%, valor que indica um patamar elevado e que, de acordo com a Figura 8 anterior, vem se elevando no período considerado.

Os números apresentados sugerem que uma das restrições à competitividade da indústria de máquinas-ferramenta (MF) brasileira relaciona-se a questões de natureza tecnológica que englobam não somente as próprias firmas, como toda a cadeia de fornecedores. Os processos de acumulação tecnológica e os processos de inovação daí decorrentes são fundamentais para garantir a resistência da indústria de MF a pressões competitivas.

Portanto, a capacidade de geração e utilização de novos conhecimentos e habilidades para promover a mudança técnica, isto é, a intensificação da capacitação tecnológica do setor é fundamental para o rompimento de obstáculos e barreiras. Nesse contexto surge a necessidade de uma compreensão mais detalhada de seus processos

inovadores, dos principais pontos relativos a um eventual padrão de inovação, e de suas trajetórias tecnológicas.

CAPÍTULO 4 – O PROCESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

4.1 Aspectos conceituais

A competitividade e o fortalecimento de uma economia estão diretamente vinculados à sua capacidade de inovação. O processo de inovação tecnológica deve ser algo permanente baseado na capacidade de combinar diversos tipos de conhecimento. Para MACULAN (2005), o acesso ao conhecimento não é um caminho livre de obstáculos e a capacidade de inovação não é distribuída igualmente entre empresas ou economias, mas é o resultado de um processo gradual de capacitação.

Do ponto de vista neo-schumpeteriano, a concorrência é vista como um processo dinâmico e evolutivo, “gerado por fatores endógenos ao sistema econômico, notadamente as inovações que emergem incessantemente da busca de novas oportunidades lucrativas por parte das empresas em sua interação competitiva” (POSSAS, 2002, p.415).

Em contraposição à vertente neoclássica, que considera a tecnologia como um bem livre, de simples reprodução e de fácil disponibilidade num ambiente estático, a corrente evolucionista considera, como base da dinâmica econômica, os processos de inovação e as formas de organização da produção. Além disso, descarta o princípio da racionalidade substantiva dos agentes econômicos bem como a hipótese de equilíbrio de mercado proposta pela primeira (TIGRE, 2006).

A combinação das diversas formas de conhecimento constitui a base da tecnologia, e os processos de inovação realizados pelas empresas envolvem o uso de capacidades internas na sistematização deste conhecimento que não circula facilmente, nem espontaneamente. O processo de inovação, que envolve capacidade e competência para estruturar problemas, buscar soluções e procurar os mais diversos recursos, exige uma determinada organização interna das empresas cujo caminho passa pelo processo de aprendizado.

Por se tratar de algo que deve ser permanente e dinâmico, a inovação não é vista como um evento isolado. Compreendida como um processo, a inovação possui suas dimensões específicas e necessita, portanto, ser gerenciada adequadamente. O entendimento de suas rotinas, que podem ser mais ou menos estruturadas, e a percepção das inúmeras dimensões desse processo são fundamentais para o impedimento da criação de vulnerabilidades.

O processo de inovação pode ser associado de forma direta ao conceito de mudança técnica. A primeira dimensão associada aos tipos de inovações implementadas passa pelas inovações de produto e pelas inovações de processo. A segunda dimensão associada aos tipos de inovações está relacionada ao grau de novidade envolvido no processo (TIDD *et al.*, 1997). Uma outra dimensão pode estar associada à amplitude das mudanças em relação ao anteriormente estabelecido (TIGRE, 2006).

De acordo com o Manual de Oslo, a inovação tecnológica de produto pode ser representada de duas formas: produtos tecnologicamente novos e produtos tecnologicamente aprimorados. Para o referido manual “um produto tecnologicamente novo é um produto cujas características tecnológicas ou usos pretendidos diferem daqueles dos produtos produzidos anteriormente” (OCDE, 1997, p.55). A inovação desse produto poderá ser resultado do uso de uma tecnologia nova, da combinação de tecnologias existentes ou da aplicação de novo conhecimento. Em complemento, o produto tecnologicamente aprimorado poderia ser apontado como aquele “produto existente cujo desempenho tenha sido significativamente aprimorado ou elevado” (OCDE, 1997, p.56).

A publicação também conceitua a inovação tecnológica de processo. Para o Manual “é a adoção de métodos de produção novos ou significativamente melhorados, incluindo métodos de entrega dos produtos” (OCDE, 1997, p.56).

A linha que distingue um produto tecnologicamente novo de um produto tecnologicamente aprimorado pode ser muito tênue bem como aquela que separa as inovações de um produto das inovações de processo. (OCDE, 1997, TIDD *et al.*, 1997). Em alguns casos, como apresentado em ABERNATHY e UTTERBACK (1978), dentro de um espectro de inovadores, a inovação de produto de uma pequena unidade industrial quando utilizada em uma empresa de produção em larga escala pode ser considerada uma inovação de processo. Portanto, em muitos exemplos, os conceitos podem ser confundidos e estar vinculados a um determinado referencial.

Do ponto de vista do grau de novidade envolvido no processo, a inovação pode se dar, de forma mais elucidativa, de duas maneiras. Pode ocorrer de forma mais brusca, com rompimento da trajetória tecnológica utilizada e mudanças expressivas de rota, de uma maneira radical. E, por outro lado, de forma mais comum e com maior abrangência nas firmas, as mudanças podem ocorrer com melhorias cumulativas em processos e produtos, com as modificações ocorrendo de maneira incremental. Estudos sugerem

que, ao longo do tempo, ganhos vinculados a mudanças incrementais são maiores do que aqueles relacionados a mudanças radicais ocasionais (TIDD *et al.*, 1997).

O aspecto sistêmico da inovação tem um caráter fundamental para a compreensão das mudanças técnicas dentro de um contexto onde diversos atores se manifestam e a distribuição e transmissão das informações são condições necessárias. Para impactar de forma efetiva na economia, a inovação está ligada aos canais que permitem sua presença nas diversas indústrias, empresas, mercados, o que significa que está fortemente relacionada ao seu mecanismo de difusão (OCDE, 1997, TIGRE, 2006). Baseado nesse movimento, destaca-se de forma ampla o papel atribuído ao setor fabricante de bens de capital, e mais especificamente àquele produtor de máquinas-ferramenta, devido a sua capacidade de se ramificar pelos diversos setores industriais, servindo de elemento distribuidor e multiplicador das inovações pela economia. Os equipamentos incorporam um conjunto de informações, codificadas ou não, que se revelam importantes transmissores de conhecimento quando aplicado aos diversos processos produtivos.

4.2 Interpretações sobre o processo de inovação

Um conjunto de elementos nos conduz a um ponto importante do processo de inovação, que seria o entendimento dos motivos que levam as firmas a inovarem. Nesse contexto, as escolhas e as decisões sobre os caminhos utilizados para os processos de inovação não são aleatórias. O caráter sistêmico da inovação aponta para um ambiente em que coexistem diferentes regimes tecnológicos cercados por distintas dimensões culturais, sociais e econômicas.

Dentro da visão evolucionista, que fundamentalmente compreende a inovação como um processo dinâmico, o crescimento e a maturidade de uma firma podem ser fundamentais para determinar o caráter da inovação por ela praticada. Ao observarem a unidade produtiva, isto é, a própria fábrica, ABERNATHY e UTTERBACK (1978) verificaram que os tipos de inovação mudam, através do tempo, a partir do desenvolvimento dessas estruturas fabris. Com o entendimento de que as firmas inovadoras e seus respectivos processos de inovação se encontram em um chamado “espectro de inovadores”, os autores descartam a visão de que as empresas se encontram em extremos absolutos das atividades inovadoras, e apontam para um mecanismo dinâmico, fluido, que pode se modificar ao longo do tempo.

ABERNATHY e UTTERBACK (1978), com base na estratégia competitiva, nas capacidades de produção e nas características organizacionais das firmas, apontam que o caráter da inovação da unidade produtiva está vinculado às atividades por ela exercidas em determinada fase de sua existência. Unidades produtivas em diferentes estágios de evolução respondem a diferentes estímulos com diversos tipos de inovação.

No modelo proposto, em fases iniciais, permeada por incertezas, as unidades se apóiam na funcionalidade do produto, com uso de processos mais flexíveis, com ênfase na inovação de produto realizada por fábricas de produção em pequena escala, normalmente localizadas perto do usuário ou da fonte de tecnologia. À medida que a unidade se move em direção à produção em larga escala, as metas mudam para objetivos mais bem definidos e projetos bem articulados. A ênfase competitiva se dá em termos de redução de custos, com predominância de inovações, de maneira incremental, em processos. A estrutura produtiva, neste caso, é mais rígida cujo custo de mudança é elevado.

A importância das interações é destacada nos primeiros momentos das atividades das unidades fabris, quando a relação entre usuário-fornecedor torna-se fundamental. O padrão fluido, baseado em fontes advindas do cliente, relacionadas a necessidades normalmente únicas e atrelada a projetos realizados sob encomenda determina o papel atribuído aos fluxos das informações entre os elos da cadeia.

As fontes tradicionais de inovação não desapareceram, mas uma nova concepção leva em conta o papel de diversos atores no processo, que em contato com a firma são auxiliares na promoção da inovação e fundamentais para difundi-la. A inovação passou a ser vista como um fenômeno interativo, cooperativo e cumulativo, onde o aprendizado é peça chave em um ambiente de transferência e acumulação de conhecimento tácito (FREEL, 2003).

De acordo com FREEMAN (1995), as análises e as evidências empíricas acumuladas sobre o processo de inovação, em países do primeiro mundo, mostraram que o sucesso da inovação, sua taxa de difusão e os respectivos ganhos de produtividade dependiam de outras influências mais amplas que os mecanismos formais de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Muitas melhorias e inovações incrementais surgiram da interação entre mercados, firmas e outros elementos da cadeia produtiva, tais como fornecedores, prestadores de serviço e subcontratados.

No nível da firma, a cooperação externa não se dissocia da necessária relação entre os diversos atores envolvidos internamente. A interatividade do processo de

inovação refere-se a colaborações e relações envolvendo indivíduos e departamentos dentro das empresas bem como as potenciais associações com parceiros externos. (FREEL, 2003, ROMIJN e ALBALADEJO, 2002). Da mesma forma, de um ponto de vista mais amplo, considerando as economias nacionais, não se descarta o papel dos fluxos internacionais, mas é necessário criar mecanismos domésticos de capacitação com o envolvimento de instituições de treinamento, universidades, centros de pesquisa, empresas, agentes públicos (financiamento e políticas públicas) que se configurem num “Sistema Nacional de Inovação”³² (FREEMAN, 1995).

Para ROMIJN e ALBALADEJO (2002), a inovação está vinculada à capacidade de realizar melhorias em tecnologias existentes, bem como ao desenvolvimento de habilidades e conhecimentos que permitam a criação de novas tecnologias. Seria um conjunto de fatores internos, composto basicamente pela capacitação tecnológica da empresa, associado aos fatores externos como treinamento, P&D externo e outros que estariam baseados na interação com os fornecedores, clientes, fundações, associações e outros mais.

O desenvolvimento de uma inovação está diretamente vinculado à capacidade das empresas de reunir e combinar as diversas informações e os distintos conhecimentos gerados, advindos de diferentes fontes, internas e externas. A questão central reside no fato de que esta combinação passa, fundamentalmente, pelo pilar do conhecimento.

Para FIGUEIREDO (2002) e ARIFFIN e FIGUEIREDO (2003), esse conhecimento se organiza numa estrutura de aprendizado bem definida. Para os autores, o aprendizado é compreendido como o processo que permite a uma empresa acumular capacitação tecnológica, ou seja, utilizar os recursos necessários para gerar e gerenciar melhorias nos processos, na organização da produção, nos produtos, nos equipamentos, nos projetos de engenharia. O engajamento em um processo de aprendizado tecnológico obedeceria a uma trajetória de acumulação que poderia ser identificada de duas formas: as capacidades tecnológicas de rotina, utilizadas para realizar atividades de tecnologia em um dado nível de eficiência com determinados recursos e as capacidades tecnológicas inovadoras, voltadas para a criação, mudança ou melhoria de processos e produtos.

³² De acordo com FREEMAN (1995), a primeira pessoa a usar a expressão “Sistema Nacional de Inovação” foi Bengt-Åke Lundvall. Sua idéia veio da concepção original do Sistema Nacional de Economia Política de Friederich List. List advogava que, para países não desenvolvidos, além da proteção para a indústria nascente, seria necessário um conjunto de políticas voltadas para acelerar e promover a industrialização e o crescimento econômico.

Ademais, o processo de aprendizado poderia tomar quatro formas: a) a aquisição externa de conhecimento, na qual são adquiridos conhecimentos, tácitos ou codificados, gerados fora da empresa; b) a aquisição interna de conhecimento, na qual os conhecimentos são adquiridos, de maneira tácita, com a realização das atividades produtivas internas da própria empresa; c) a socialização do conhecimento, através do compartilhamento dos conhecimentos tácitos entre os indivíduos; e d) a codificação do conhecimento, com a transformação dos conhecimentos implícitos em conhecimentos explícitos. O destaque dessa estrutura está no entendimento dos vários processos pelos quais o conhecimento é adquirido pelo indivíduo e convertido em aprendizado organizacional (FIGUEIREDO, 2002, ARIFFIN e FIGUEIREDO, 2003).

Ao analisar as evidências empíricas para a compreensão dos determinantes da acumulação tecnológica e da mudança técnica em economias desenvolvidas e em desenvolvimento, BELL e PAVITT (1993) destacam a centralidade desses elementos dentro das novas teorias de crescimento e comércio. O entendimento do processo de acumulação tecnológica no mundo desenvolvido pode auxiliar no processo de acumulação tecnológica dos países em desenvolvimento.

A estrutura de análise dos autores faz uma distinção entre as capacidades de produção e capacidades tecnológicas. As capacidades tecnológicas seriam os recursos necessários para gerar e gerenciar a mudança técnica, incluindo habilidades, conhecimento, experiência e outros vínculos. A mudança técnica envolveria o caminho no qual uma nova tecnologia é incorporada na capacidade de produção das firmas ou economias, isto é, na capacidade relacionada aos recursos usados para a produção industrial, tais como equipamentos, habilidades, métodos organizacionais e outros. Esse arranjo estaria, portanto, vinculado ao aprendizado tecnológico, processo pelo qual as capacidades tecnológicas são incrementadas ou fortalecidas (BELL e PAVITT, 1993).

Os processos de aprendizado produzem um estoque de conhecimento e de capacidades tecnológicas dentro das firmas. Os diferentes caminhos pelos quais as empresas aprendem também determinam suas inúmeras trajetórias de mudança técnica e estão ligados a distintas fontes de conhecimento, isto é, podem ocorrer nas atividades de produção, de projeto, de P&D, de marketing e outras. Mas, fundamentalmente, o aprendizado é conectado a diferentes fontes de tecnologias internas e externas, é cumulativo e incrementa o estoque de conhecimento das empresas (MALERBA, 1992).

Fundamentado nas diversas fontes de conhecimento, MALERBA (1992) procurou desenvolver uma taxonomia na qual identificou, basicamente, seis principais

tipos de processos de aprendizado: *learning by doing*, interno à firma e relacionado à atividade de produção; *learning by using*, também interno e relacionado ao uso de produtos, máquinas e insumos; *learning from advances in science and technology*, externo à firma, associado à absorção de novos conhecimentos em ciência e tecnologia; *learning from inter-industry spillovers*, externo, vinculado ao conhecimento proveniente de competidores e de outras firmas da indústria; *learning by interacting*, externo, baseado na interação com fontes de conhecimento como fornecedores e usuários ou na cooperação com outras firmas da indústria; *learning by searching*, interno à empresa e ligado principalmente às atividades formais de P&D. O autor aponta que as melhorias e as modificações em produtos e processos e as direções das mudanças técnicas incrementais podem ser agrupadas em: a) melhorias produzidas para um determinado processo produtivo; b) modificações nos insumos usados nos processos produtivos; c) modificações em escala e na organização do processo produtivo; d) diferenciação horizontal de produto; e) diferenciação vertical de produto.

Após o estudo de problemas que afetam determinadas máquinas de processo nos seus primeiros anos de uso na produção, Von HIPPEL e TYRE (1995) também procuram entender melhor o comportamento do aprendizado envolvido no chamado *learning by doing*. Além da questão da complexidade existente entre o aprender e o fazer, há no estudo a quebra da naturalidade com que se trata, normalmente, o *learning by doing*. A relação entre fornecedor e cliente é ressaltada e o papel do aprendizado, através do uso de determinado equipamento, é destacado. Nesse ambiente, o papel da transmissão das informações, em suas dimensões temporal e espacial, é apresentado como essencial. De acordo com o estudo, a interação entre aquele que inova e aquele que usa a inovação é fundamental. A inovação é considerada um processo contínuo, ou seja, quando a inovação passa do setor ou firma que a desenvolveu para aquele que a utilizará, o processo não acabou; está em constante evolução.

Dentro da perspectiva evolucionista, observou-se que do ponto de vista setorial há diferenças com relação aos processos de inovação. Diferentes setores possuem diferentes características e distintas prioridades (TIDD *et al.*, 1997). As especificidades setoriais que determinam a variabilidade dos processos de inovação das empresas foram apresentadas e compreendidas de forma aprofundada e detalhada por PAVITT (1984) que, através da estruturação de uma taxonomia, determinou diferentes dinâmicas para a mudança técnica. Essa taxonomia será detalhada na próxima seção.

4.3 O Padrão Setorial de Inovação

O entendimento das características específicas do processo de inovação relativas aos diversos setores da economia foi amplamente estudado e freqüentemente objeto de pesquisas. No entanto, a abordagem mais completa e que serviu de base para inúmeras investigações posteriores foi realizada por PAVITT (1984).

De forma a estruturar um padrão setorial de mudança técnica, PAVITT (1984) descreve e busca explicitar semelhanças e diferenças entre os setores com relação às fontes, à natureza e aos benefícios das inovações, definidos pelas fontes de conhecimento, pelo tamanho, pelas principais linhas de atividades das firmas inovadoras e pelos setores de produção da inovação e seu principal uso. Para realizar a pesquisa, o autor utilizou uma amostra de 2.000 inovações significativas desenvolvidas no Reino Unido entre 1945 e 1979.

PAVITT (1984) indica que as principais fontes de conhecimento voltadas para os mecanismos de capacitação tecnológica são as próprias firmas inovadoras, outras firmas e instituições públicas de conhecimento, universidades e laboratórios de governo. Seria fundamental, portanto, fechar de forma consistente a equação que engloba, nesse contexto, a tecnologia e a informação.

Para o autor, a maioria dos conhecimentos aplicados pelas empresas, em inovação, não é transmitida e reproduzida facilmente, mas apropriada e aplicada de forma específica pelas firmas. A mudança técnica é um processo cumulativo e específico para as empresas. Além disso, os setores econômicos apresentam um grau de importância relativo que varia em termos de inovação de processo e produto, em fontes de tecnologia, em tamanho e em padrões de diversificação tecnológica das firmas inovadoras. Fundamentalmente, diferentes atividades geram diferentes trajetórias tecnológicas.

A construção de uma estrutura taxonômica foi possível através de comparação, realizada por PAVITT (1984), na qual os setores foram confrontados em termos das fontes de tecnologia utilizadas no setor; das fontes institucionais e da natureza das tecnologias produzidas no setor; e das características das firmas inovadoras, em particular seu tamanho e sua atividade principal.

As distintas trajetórias estariam relacionadas diretamente à taxa e à direção das mudanças técnicas que dependeriam, em última instância, das fontes de tecnologia, da natureza das necessidades dos usuários e das possibilidades para o sucesso das firmas

inovadoras em se apropriar de uma proporção suficiente dos benefícios de suas atividades inovadoras. Portanto, as comparações realizadas pelo autor permitiram o agrupamento das empresas, a partir de suas diferentes trajetórias tecnológicas, em três categorias: a) setores dominados por fornecedores; b) setores com produção intensiva, que pode ser subdividido em setores com produção em larga escala e setores formado por fornecedores especializados; c) setores baseados em ciência ou setores de ponta.

De acordo com a taxonomia desenvolvida por PAVITT (1984), os setores dominados por fornecedores são formados por empresas de tradicionais segmentos de manufatura, agricultura, construção. São empresas cujas capacidades internas de P&D e de engenharia são fracas e a maior parte das inovações advém dos fornecedores de máquinas, equipamentos e materiais. Suas trajetórias tecnológicas são orientadas, basicamente, pela redução do custo.

As trajetórias tecnológicas dos setores formados por empresas de produção intensiva são orientadas mais fortemente para o desempenho incrementado pela inovação de produto, do que pela redução do custo provido pela inovação de processo.

Os setores de produção intensiva se subdividem em setores com produção em larga escala e setores compostos por fornecedores especializados. No primeiro caso, a liderança tecnológica está refletida na capacidade de projetar, construir e operar processos contínuos de larga escala e integrar sistemas de montagem para produção de um determinado bem.

No caso dos fornecedores especializados, o sucesso competitivo depende das habilidades específicas da firma, refletidas em melhorias contínuas no projeto e na confiabilidade do produto e nas habilidades para responder sensivelmente e rapidamente às necessidades dos usuários. Nesse caso encontram-se os fornecedores de equipamentos, grupo que contempla os fabricantes de máquinas-ferramenta. O principal foco das atividades inovadoras é o desenvolvimento de inovações de produto para utilização em outros setores.

O setor que contempla as empresas baseadas em ciência é formado, de forma geral, pelas indústrias química e eletro-eletrônica. Suas principais fontes de conhecimento estariam na estruturação interna de uma área de P&D e na relação com centros de pesquisa e universidades. Nesse setor, grande importância é dada ao desenvolvimento de habilidades específicas, ao depósito de patentes e ao segredo industrial. Naturalmente, determinada relação se configura com os fornecedores de

máquinas, haja vista que grande proporção de inovações em componentes eletrônicos é utilizada em empresas na produção de bens de capital com eletrônica embarcada.

De forma esquemática, as trajetórias tecnológicas setoriais, com seus determinantes, direções e características mensuradas podem ser visualizadas na Tabela 12 a seguir:

Tabela 12 – Trajetórias tecnológicas setoriais

Categoria da firma	Setores centrais típicos	Determinantes da trajetória tecnológica			Trajetórias tecnológicas	Características mensuradas				
		Fontes de Tecnologia	Tipo de usuário	Meios de apropriação		Fontes do processo tecnológico	Balanco relativo entre inovação de produto e de processo	Tamanho relativo das firmas inovadoras	Intensidade e direção da diversificação tecnológica	
Dominados por fornecedores	Agricultura; construção; serviços privados; manufaturas tradicionais.	Pesquisa de fornecedores; grandes usuários.	Sensíveis ao preço	Não-técnicos (marketing, desenho diferenciado, marcas registradas).	Redução de custos	Fornecedores	Processo	Pequenas	Baixa e vertical.	
Produção intensiva	Larga escala	Materiais em massa (aço, vidro); linhas de montagem (bens de consumo duráveis, automóveis).	Departamento de engenharia de fornecedores; P&D.	Sensível ao preço	Segredo de processo e know-how; patentes; aprendizado dinâmico.	Redução de custos (projeto de produtos)	Interna; Fornecedores	Processo	Grandes	Alta e vertical
	Fornecedores Especializados	Máquinas/Equipamentos; instrumentos.	Projeto e desenvolvimento de usuários.	Sensível ao desempenho	Know-how em projeto; conhecimento dos usuários; patentes.	Projeto de produto	Interna; clientes	Produto	Pequenas	Baixa e concêntrica.
Baseados em ciência	Eleto-eletrônicos; químicos	Departamento interno de engenharia; P&D interno; centros de pesquisa; universidades.	Misto	Know-how em P&D; patentes; segredos de processo; aprendizado dinâmico.	Misto	Interna; fornecedores	Misto	Grandes	Baixa e vertical / Alta e concêntrica.	

Fonte: PAVITT (1984)

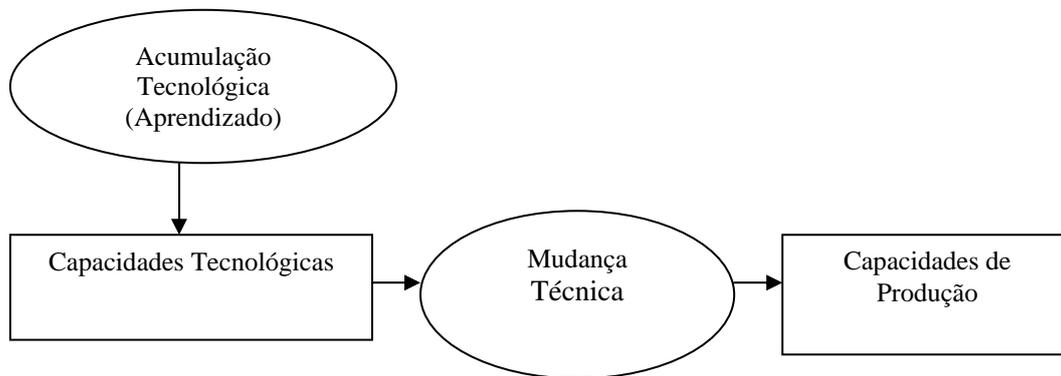
A taxonomia apresentada em PAVITT (1984), que tenta compreender o processo de inovação com base em padrões setoriais, foi destacada de forma semelhante em momento posterior por BELL e PAVITT (1993) em estudo no qual os autores verificaram as diferenças de trajetórias tecnológicas das firmas e das indústrias entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento. Ao identificarem padrões distintos e diferentes caminhos de acumulação tecnológica, foi apresentada uma nova categoria, além das expostas por PAVITT (1984), formada por setores de informação intensiva. Nesse caso, os autores referem-se ao processo de acumulação tecnológica nas bases da constituição do projeto, operação de construção e melhorias em sistemas complexos de armazenagem em processamento de informações.

Oportunamente referenciado pelos autores, o processo de acumulação tecnológica do setor de fornecedores especializados seria permitido pelo uso dos recursos de produção, como máquinas, componentes e instrumentos de software. Composto por um grupo no qual se enquadra a indústria de bens de capital e, de forma mais específica, o segmento fabricante de máquinas-ferramenta, essas firmas teriam o benefício da experiência advinda das operações realizadas pelos usuários, configurada em informação e habilidades e vinculada a possíveis modificações e melhorias nos projetos.

A comparação entre as capacidades de produção e as capacidades tecnológicas é condição necessária para a compreensão das diferenças apresentadas nos processos de acumulação observados nos países industrializados e naqueles em industrialização (BELL e PAVITT, 1993).

Sistematicamente, a acumulação tecnológica (ou aprendizado tecnológico) permitiria o incremento ou fortalecimento das capacidades tecnológicas o que levaria a mudança técnica, naturalmente incorporada às capacidades de produção (BELL e PAVITT, 1993). A Figura 9 abaixo representa, esquematicamente, esse processo:

Figura 9 – Processo de Acumulação Tecnológica



Fonte: BELL & PAVITT (1993)

A complexidade envolvida nas diversas formas de conhecimento, nos diversos tipos de habilidades e na experiência requerida é representada por BELL e PAVITT (1993) na definição de características-chave que permitiram aos países industrializados criarem as bases para a dinâmica da mudança técnica e que, resumidamente, estão explicitadas abaixo:

- **Recursos utilizados** – a variedade de recursos utilizados é maior do que a sugerida pelos tradicionais modelos que tratam dos processos de inovação. Com um grau maior de complexidade, contempla um amplo número de parâmetros e restrições. Por exemplo, a concepção de produtos e processos e a engenharia são importantes na acumulação de novos conhecimentos.
- **Conhecimento tácito e específico** – além do conhecimento explícito, codificado, a acumulação tecnológica envolve um tipo de conhecimento que é não codificável e pessoal (ou institucional). O conhecimento tácito pode ser altamente específico para categorias particulares de produtos e processos industriais.
- **A importância central dos negócios das firmas** – dada a especificidade, a cumulatividade e a natureza parcialmente tácita da tecnologia, os mais importantes componentes da acumulação tecnológica estão localizados nas firmas, já que eles estão associados com aprendizado de experiências específicas em desenvolvimento e operação de sistemas de produção.

- **Conexões interfirmas e redes** – Apesar do papel central das firmas, empresas individuais não são atores isolados no processo de acumulação tecnológica. A mudança técnica é gerada a partir das interações entre firmas, clientes, fornecedores, instituições.
- **Cumulatividade** – O aprendizado tecnológico das firmas, sempre quando reforçado pela interação colaborativa com outras firmas, tende a ser cumulativo. O aprendizado passado contribui para trajetórias particulares de mudança técnica e reforça o estoque de conhecimento e de experiência existente.
- **Descontinuidade na mudança técnica** – A natureza cumulativa do aprendizado tecnológico não significa que a mudança técnica é sempre incremental.
- **Firmas industriais como criadoras do capital humano**³³ – Algumas perspectivas deram ênfase ao processo de educação e treinamento em instituições operando fora da estrutura industrial. Alguns tipos particulares de habilidades e conhecimento podem ser adquiridos apenas nas firmas e através de seus investimentos em aprendizado (*learning by doing* ou *learning by training*).
- **A complementaridade entre tecnologia importada e acumulação tecnológica local** – As tecnologias adquiridas de outros países foram essenciais no crescimento industrial de países desenvolvidos. A tecnologia advinda do exterior pode ser complementada pelos esforços intensivos para acumular, localmente, as capacidades tecnológicas. A combinação pode ser um aspecto importante para o desenvolvimento tecnológico no país.

Os autores ainda argumentam que, além da complementaridade entre as origens da tecnologia, os países industrializados desenvolveram instituições fora das firmas para gerar novo conhecimento industrial e novas informações que seriam complementares àquelas geradas nas próprias empresas. Os resultados obtidos por essas instituições constituiriam recursos importantes para a acumulação tecnológica das firmas.

³³ O termo “capital humano” foi traduzido do trabalho de BELL e PAVITT (1993). Acredito, no entanto, que o referido termo pode ser inadequado haja vista a possível relação intrinsecamente contraditória contida na expressão.

BELL e PAVITT (1993) concluem que a natureza, a dinâmica e os determinantes das atividades de aprendizado deveriam se tornar o foco de atenção política e analítica do processo de acumulação tecnológica. Os recursos envolvidos na dinâmica do processo de inovação, além de complexos e especializados, são necessariamente baseados na capacidade das empresas de utilizar e gerenciar habilidades e conhecimento.

CAPÍTULO 5 – O PROCESSO DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE MÁQUINAS-FERRAMENTA

5.1 Considerações gerais

Como observado anteriormente, as conclusões obtidas a partir da análise dos resultados da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC) indicam que a maior parte das inovações relaciona-se diretamente à compra de máquinas e equipamentos. A dependência de tecnologias desenvolvidas externamente aponta para uma postura passiva quando são examinadas as estratégias de desenvolvimento das capacidades tecnológicas das empresas.

Com base no argumento de que a indústria de bens de capital é fundamental nos processos de acumulação de capital, de absorção e difusão de tecnologia, é importante a compreensão da dinâmica tecnológica do núcleo dessa indústria, isto é, do segmento fabricante de máquinas-ferramenta.

Observadas as tendências tecnológicas do segmento fabricante de máquinas-ferramenta, bem como sua evolução ao longo dos anos, verifica-se um reflexo das mudanças dos produtos e dos processos sobre as tecnologias produtivas (NAVEIRO, 2005). O uso da máquina-ferramenta modifica sensivelmente as estruturas organizacionais, exercendo um papel central sobre as alterações nas características da mão-de-obra das empresas fabricantes. A necessidade de possuir um nível mais elevado de qualificação técnica reflete-se na busca de um entendimento dos elementos que determinam a aquisição, a acumulação e o uso dos recursos tecnológicos. De acordo com NAVEIRO (2005):

“A indústria de MF tem importância estratégica para os demais setores industriais do país porque são as máquinas-ferramenta um dos principais fatores determinantes da produtividade da indústria manufatureira brasileira. A incorporação de uma MF a um processo representa a principal dimensão do investimento produtivo, viabilizando o aumento da produtividade da indústria” (NAVEIRO, 2005, p.12).

De acordo com BELL e PAVITT (1993), em países em industrialização, a acumulação tecnológica é vista como a tecnologia que é incorporada no estoque de bens de capital, juntamente com o *know-how* de operação associado e as próprias especificações requeridas para a produção do equipamento. E esse tipo de avaliação

contempla os diversos setores da economia, incluído o próprio setor produtor de bens de capital.

No entanto, a acumulação restrita a incorporação de novas máquinas ao processo produtivo, quando se trata da própria indústria de bens de capital, pode ser uma barreira ao desenvolvimento tecnológico do setor. Mais profundamente, essa situação seria observada no setor de máquinas-ferramenta, o que na taxonomia de PAVITT (1984) seria englobado pelos setores formados por fornecedores especializados. De acordo com análise feita por BELL e PAVITT (1993), em países industrializados, inúmeras outras variáveis, algumas expostas anteriormente, devem ser consideradas no processo de acumulação de tecnologia. Na avaliação dos autores, essa perspectiva é de certa forma ignorada nos países em desenvolvimento.

Existe uma série de outros parâmetros considerados como fundamentais que não se limitam ao uso de um equipamento. Além da própria pesquisa desenvolvida nas etapas de projeto, construção e testes realizados em equipamentos ou sistemas mais complexos, há uma valorização da criação interna de habilidades específicas associadas à conexão com outros agentes, sejam em conexões interfirmas, sejam em uma estrutura configurada em redes. (BELL e PAVITT, 1993).

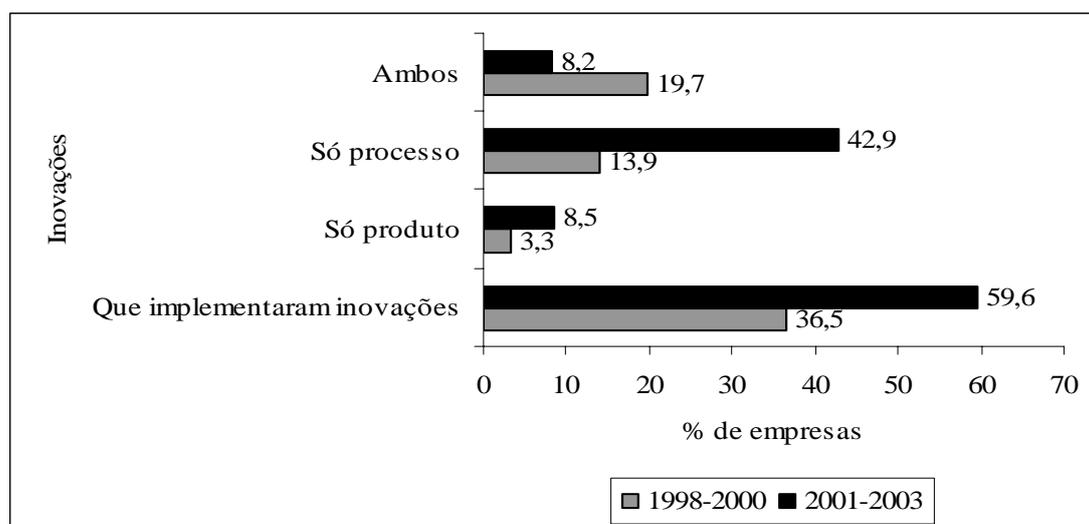
Esses elementos já foram explicitados no trabalho realizado por PAVITT (1984) ao definir sua taxonomia, na qual se opôs a visão, considerada por ele insuficiente, de que a capacidade de inovar vem da capacidade de comprar equipamentos disponíveis no mercado. O destaque para os processos endógenos, realizados internamente às empresas, através do mecanismo de desenvolvimento das capacitações técnicas proporcionado pelo aprendizado cumulativo foi também exposto por BELL e PAVITT (1993). E esse aprendizado tecnológico, reforçado pela interação colaborativa com outras firmas, instituições e outros agentes em geral, contribui para direções particulares de mudança técnica e conseqüentemente para a definição das distintas trajetórias tecnológicas.

A avaliação do processo de inovação no setor de máquinas-ferramenta brasileiro será realizada a partir dos resultados obtidos através da base de dados da PINTEC, para os anos de 2000 e 2003³⁴. O universo de empresas pesquisadas foi de 274 na PINTEC 2000 e 317 na PINTEC 2003. No triênio 1998 – 2000, um número de 100 empresas

³⁴ As informações foram obtidas através de tabulações especiais, solicitadas ao IBGE, para o setor fabricante de máquinas-ferramenta. Portanto, não são observadas diretamente em IBGE (2002) e IBGE (2005).

declarou ter implementado inovações. Entre 2001 e 2003, o número foi de 189 empresas. Isso significa que, no primeiro levantamento, 36,5% das empresas fabricantes de máquinas-ferramenta implementaram inovações e que no segundo houve um aumento significativo desse número para 59,6%. De forma mais detalhada, na Figura 10 abaixo, podemos observar as informações anteriores, separadas de acordo com o tipo de inovação realizada no segmento.

Figura 10 - Percentual de empresas fabricantes de MF que implementaram inovações (1998-2000 e 2001-2003) segundo o tipo de inovação



Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

O panorama inicial, com a caracterização das inovações implementadas, já demonstra uma distinção da avaliação intersetorial observada por BELL e PAVITT (1993) nos países desenvolvidos e na análise original de PAVITT (1984) no Reino Unido. A subcategoria de produção intensiva formada pelos fornecedores especializados, onde se enquadram os fabricantes de bens de capital, normalmente é sensível ao desempenho e o principal foco das atividades tecnológicas é relacionado à melhoria de produtos. No entanto, de acordo com a PINTEC 2000 e a PINTEC 2003, a maior parte das inovações foram implementadas em processos. Aparentemente, o desenvolvimento de produto, característico dos fabricantes de MF em termos mundiais, apesar de apresentar uma evolução no segundo triênio, foi muito menor do que o desenvolvimento e aplicação de novos processos em termos percentuais.

A análise dos resultados da pesquisa pode ser envolvida por determinados limites, haja vista que em determinados momentos o questionário contempla informações de caráter subjetivo, que trabalham com a percepção dos fabricantes de

máquinas-ferramenta (MF) sobre as atividades inovadoras. Em categorias ou fontes de informação que são norteadas por dados e critérios objetivos, a aferição pode ser mais clara. Entretanto, em outras circunstâncias, essa avaliação é conduzida pelo entendimento específico de cada entrevistado, o que pode levar a uma avaliação distorcida entre aquilo que é considerado de importância elevada e aquilo que é efetivamente praticado pelas empresas.

5.2 Análise dos resultados

5.2.1 Atividades inovativas e variedade de recursos

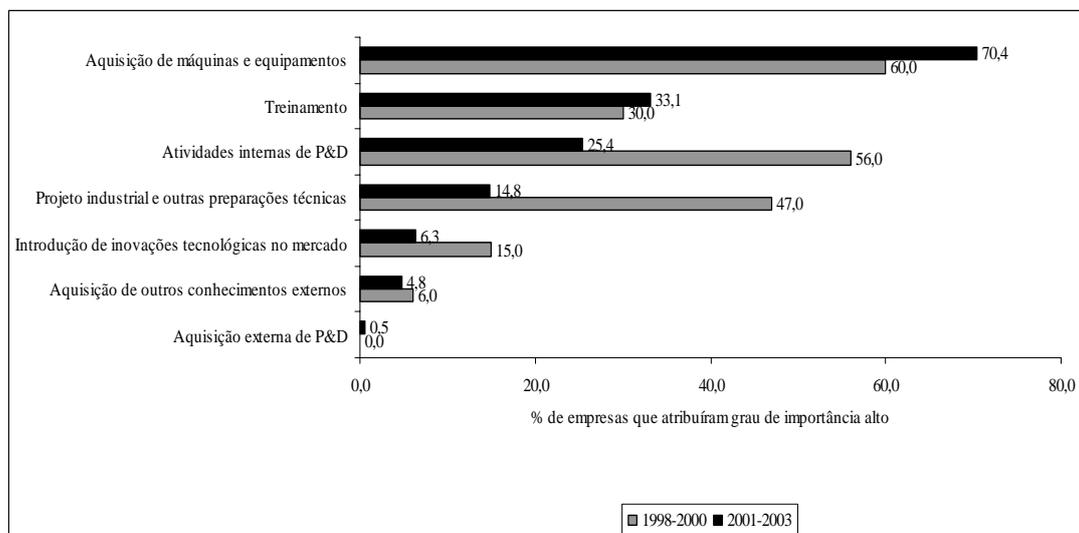
Uma das questões que envolvem a estrutura de análise apresentada por BELL e PAVITT (1993) diz respeito aos recursos utilizados pelas empresas no processo de acumulação tecnológica. Com uma crítica aos modelos tradicionais, os autores sugerem que a implementação da mudança técnica está relacionada às atividades de P&D, bem como aos gastos atribuídos a outros tipos de atividades. De certa forma, a construção do Manual de Oslo buscava mapear diretrizes que encampavam outros elementos considerados fundamentais nos processos de inovação³⁵.

A PINTEC, em suas duas versões iniciais, esclareceu que a base de sua configuração foi o Manual de Oslo e procurou, portanto, apontar outros pontos que fazem parte de um processo mais complexo de aprendizagem. Em um panorama mais geral, através das informações prestadas pelos fabricantes, verifica-se o grau de importância³⁶ dado pelo setor às diversas atividades relacionadas pela pesquisa como principais dentro do processo de capacitação e aprendizado. Os dados obtidos podem ser visualizados através da Figura 11:

³⁵ Ver nota de rodapé n.1.

³⁶ Às atividades inovativas são atribuídos, pelas empresas entrevistadas, determinados graus de importância (alta, média, baixa). Serão consideradas no trabalho, para efeito de simplificação da interpretação dos resultados, apenas as respostas de categoria “alta importância”.

Figura 11 – Atividades inovativas consideradas mais importantes para a inovação segundo as empresas do setor de MF (1998-2000 e 2001-2003)



Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

A exemplo do que ocorre na indústria transformadora em geral, o grau de importância atribuído à aquisição de máquinas e equipamentos também é elevado no segmento fabricante de máquinas-ferramenta. A tecnologia incorporada aos equipamentos foi considerada como de alta importância por 60% dos produtores do setor no triênio 1998-2000. Esse percentual aumentou nos três anos seguintes para um patamar em torno dos 70%. É óbvio que o grau de importância não se reflete necessariamente em práticas adotadas, mas quando a aferição de elementos mais objetivos é realizada, essa assertiva se confirma. A aquisição de máquinas e equipamentos é fundamental por ser, tradicionalmente, o canal mais utilizado pelas empresas para incorporar tecnologia. A justificativa para esse estudo já indica tal caminho.

E justamente pela sua importância, o setor de bens de capital e o segmento produtor de máquinas-ferramenta deveriam ter um comportamento distinto. Quando se observa um elevado nível de importação de máquinas-ferramenta com graus mais elevados de complexidade tecnológica, deve-se atentar para a questão. Dado o papel de difusor do progresso técnico atribuído ao segmento, mais importância a outras atividades inovativas seria o passo inicial para o reconhecimento de que outras habilidades e experiências ajudam a construir uma base mais sólida no processo de acumulação tecnológica.

À exceção das atividades de treinamento, que tiveram um aumento, do primeiro para o segundo triênio, no percentual do grau de importância atribuído como alto, e das atividades de aquisição externa de P&D, cujo percentual ainda é muito baixo, todas as outras atividades relacionadas pela pesquisa tiveram uma diminuição do percentual da categoria de importância considerada neste trabalho³⁷. O uso mais intensivo ou não de determinado tipo de fonte de informação, as relações de cooperação com outros agentes, bem como outros elementos que atualmente devem ser considerados no processo de acumulação foram, em maior ou menor grau, considerados na elaboração da PINTEC e serão avaliados em determinada perspectiva ao longo do trabalho.

5.2.2 Acumulação tecnológica e aquisição de conhecimento

A percepção de que a acumulação tecnológica ocorre apenas de maneira codificada, através de processos sistematizados e formalizados, é simplista. O processo de acumulação que envolve o conhecimento estabelecido por BELL e PAVITT (1993) como pessoal e não codificável é mais complexo e está ligado à experiência advinda das atividades praticadas. Esse tipo de conhecimento, conhecido como tácito, e que pode ser adquirido internamente e externamente pode ser estruturado através de diversos canais. De acordo com FIGUEIREDO (2002) e ARIFFIN e FIGUEIREDO (2003), os processos e os mecanismos de aquisição do conhecimento podem existir, na primeira forma, com a instituição de rotinas e operações, melhorias em processos existentes, centros de P&D, laboratórios, organização da produção e outros. Por outro lado, o uso de *know-how* externo, treinamento externo, assistência técnica, por exemplo, podem representar o segundo formato de aquisição do conhecimento dentro dos processos de aprendizado.

Olhando de forma restrita para apenas quatro itens da Figura 11 anterior, treinamento³⁸, atividades internas de P&D, aquisição de outros conhecimentos,

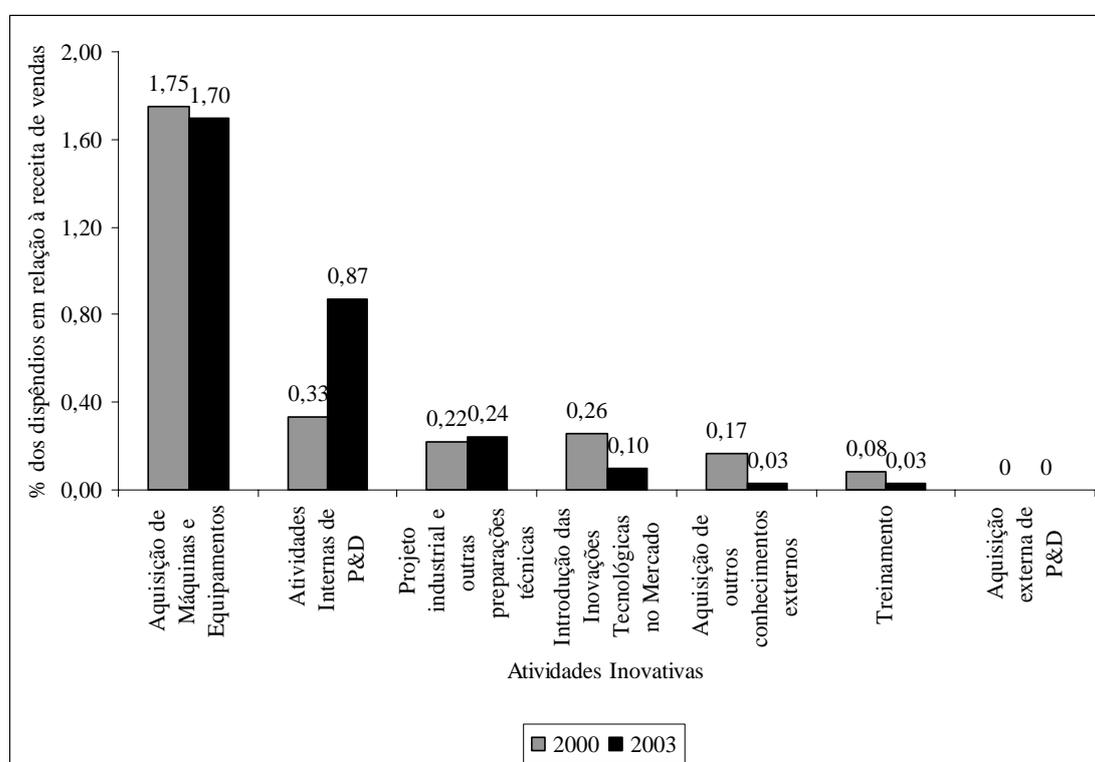
³⁷ Ver nota de rodapé n.36. É importante novamente ressaltar que o grau de importância atribuído não significa, necessariamente, a prática adotada pela empresa. Ao longo da análise dos resultados, dados mais específicos e objetivos podem levar a distintas interpretações.

³⁸ O treinamento apontado na pesquisa não identifica se a origem da atividade é interna ou externa. De acordo com a PINTEC, “compreende o treinamento orientado ao desenvolvimento de produtos/processos tecnologicamente novos ou significativamente aperfeiçoados e relacionados às atividades inovativas da empresa, podendo incluir aquisição de serviços técnicos especializados externos” (IBGE, 2003, p.18, IBGE, 2005, p.20).

aquisição externa de P&D, observamos que essas atividades apresentaram na PINTEC 2003, um grau de importância baixo atribuído pelas empresas³⁹.

A Figura 12 abaixo demonstra, de maneira mais objetiva e de forma mensurável, o nível de dispêndios com as atividades inovativas relacionadas. Naturalmente, a aquisição de máquinas continua destacada. Da mesma forma, as atividades de aquisição de conhecimento externo continuam merecendo pouca atenção, carregando um baixo grau de investimentos em relação à receita de vendas do setor.

Figura 12 – Percentual dos dispêndios em atividades inovativas em relação à receita líquida de vendas (2000 e 2003)



Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

Curiosamente, apesar da redução do grau de importância tido como alto atribuído às atividades internas de P&D, o percentual de dispêndios em relação à receita de vendas aumentou da PINTEC 2000 para a PINTEC 2003.

No entanto, apesar da existência de processos de aprendizagem através da aquisição externa de conhecimento, a limitação é clara. Se o entendimento é de que os conhecimentos externos se restringem a “aquisição externa de P&D e aquisição de

³⁹ No primeiro triênio (1998-2000), 56% das empresas atribuíram um grau de importância alto para as atividades internas de P&D. No entanto, na segunda pesquisa (2001-2003), esse percentual caiu para 25,4%.

outros conhecimentos externos”, a intensidade desse processo de aprendizagem é baixa. No entanto, deve-se levar em conta que o grau de conhecimento incorporado às máquinas é importante. Grande parte das máquinas adquiridas pelo setor de MF faz parte do próprio setor de MF. Portanto, a aquisição dos equipamentos e a relação das empresas com seus fornecedores incorporam o entendimento de que parte dos conhecimentos está na origem do desenvolvimento dos novos equipamentos. É um círculo virtuoso, mas insuficiente para assegurar a capacitação tecnológica do setor.

5.2.3 A centralidade do setor de MF e suas conexões

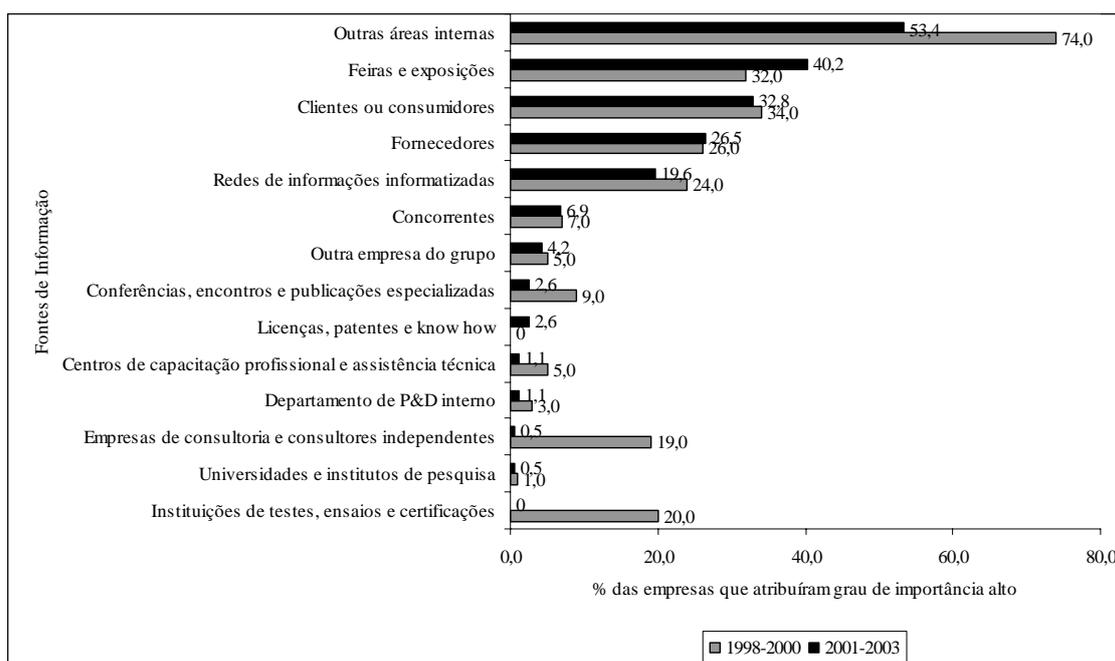
O destaque para a importância dos negócios e atividades das firmas é algo relevante para o segmento fabricante de máquinas-ferramenta. Um setor que deve atuar como difusor de inovação não pode se contentar em ser um mero receptor de tecnologia. Como difusor, atua como mecanismo de mudança técnica ao ser associado a determinado processo existente em determinada empresa, como identificado por ABERNATHY e UTTERBACK (1978) ou como fundamental no aprimoramento e sofisticação das informações apreendidas ao longo de sua utilização, destacando-se dentro de um processo mais amplo de aprendizagem como observado em Von HIPPEL e TYRE (1995).

Certamente, o entendimento do segmento de MF como núcleo e articulador das informações que propiciam a mudança técnica não o isolam em uma ilha, pois o processo de aprendizado ocorre coletivamente, com base nas interações entre os diversos agentes da economia. Nesse ambiente, há o destaque de BELL e PAVITT (1993) para as conexões interfirmas e das relações com fornecedores e usuários. Mais amplamente, com outros parceiros, como institutos de pesquisa e universidades (FREEL, 2003, ROMIJN e ALBALADEJO, 2002) ou outros elementos da cadeia produtiva, como os prestadores de serviço, fornecedores de peças e componentes ou subcontratados (FREEMAN, 1995). Numa estrutura como a da indústria de bens de capital brasileira, cuja cadeia de fornecedores e suprimentos é debilitada, essa relação pode ser inexistente ou extremamente frágil.

A percepção dos fabricantes em relação às interações com os diversos elos da cadeia pode ser parcialmente observada com os graus de importância atribuídos dentro da pesquisa sobre o processo de inovação, que pode ser visualizado na Figura 13.

Três fontes tiveram elevações, não tão substanciais, do grau de importância atribuído como alto pelos fabricantes, entre a PINTEC 2000 e a PINTEC 2003. Feiras e exposições; fornecedores; e licenças, patentes e *know-how* tiveram, relativamente, um aumento de importância muito inferior à redução da importância atribuída ao restante das fontes.

Figura 13 - Fontes de informação empregadas por grau de importância
(1998-2000 e 2001-2003)

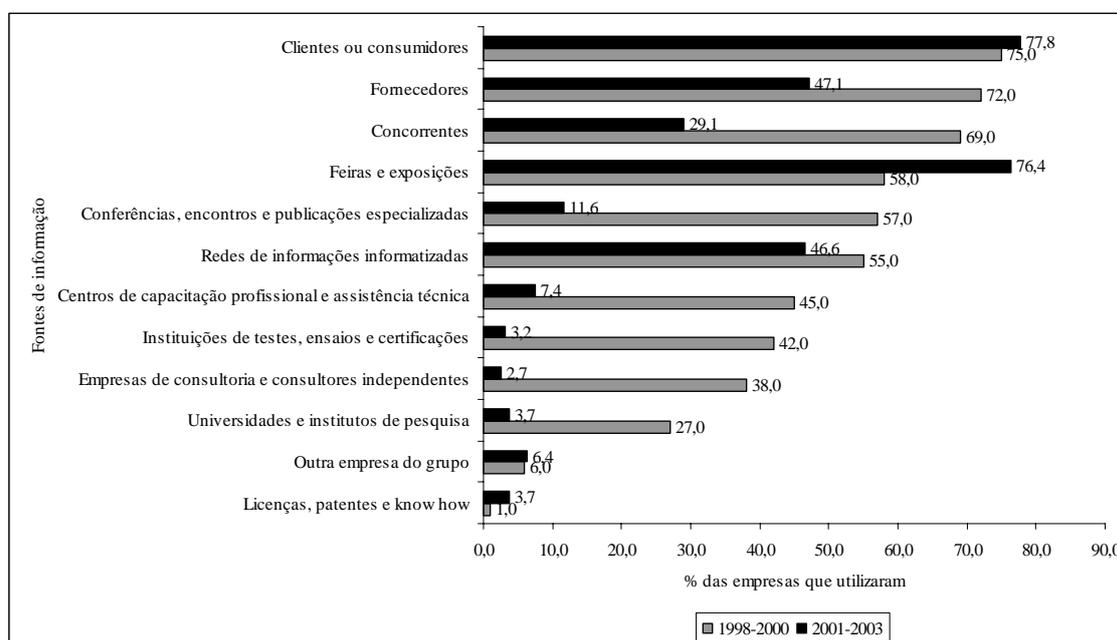


Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

Do ponto de vista absoluto, as fontes externas que envolvem licenciamento, cooperação com outros institutos ou universidades, centros de capacitação profissional e assistência técnica e até os próprios concorrentes são consideradas de pouca relevância. Por outro lado, clientes e fornecedores ainda têm um peso substancial, apesar da redução ao longo do segundo triênio. Isso é compreensível, haja vista que a aquisição de máquinas continua como a principal modalidade inovativa indicada pelas empresas. As feiras e exposições ainda representam uma importante porta de entrada e um destacado painel para a apresentação de novos modelos de máquinas e equipamentos no mercado, dando a dimensão do estado da arte de determinado setor.

De modo mais objetivo, com os dados das fontes efetivamente utilizadas e a presença destas no espectro das empresas inovadoras chega-se ao panorama apresentado na Figura 14.

Figura 14 – Fontes de informação utilizadas pelas empresas que inovaram
(1998-2000 e 2001-2003)



Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

É perceptível, claramente, que houve uma redução substancial das fontes de informação externas às empresas de um triênio para outro. As informações advindas de clientes ou consumidores, além de permanecerem em patamar elevado, sofreram um pequeno aumento na última pesquisa. Apesar do processo de inovação dos fabricantes de máquinas e equipamentos terem como trajetória tecnológica central, de acordo com PAVITT (1984), o desenvolvimento e o projeto de produtos, o avanço tecnológico ocorre atualmente de uma maneira muito mais gradual e incremental. Mas as fontes de tecnologia determinantes destas trajetórias estão vinculadas ao projeto e ao desenvolvimento dos usuários. Portanto, nada mais natural (e também positivo) de que as mudanças técnicas tenham como base a relação com os clientes ou usuários, pois a interação entre “quem inova” e “quem utiliza” a inovação é essencial. Como o usuário pode estar na própria firma⁴⁰, a relação fornecedor-cliente pode acontecer internamente. (Von HIPPEL e TYRE, 1995). Em qualquer caso, o desenvolvimento dos produtos

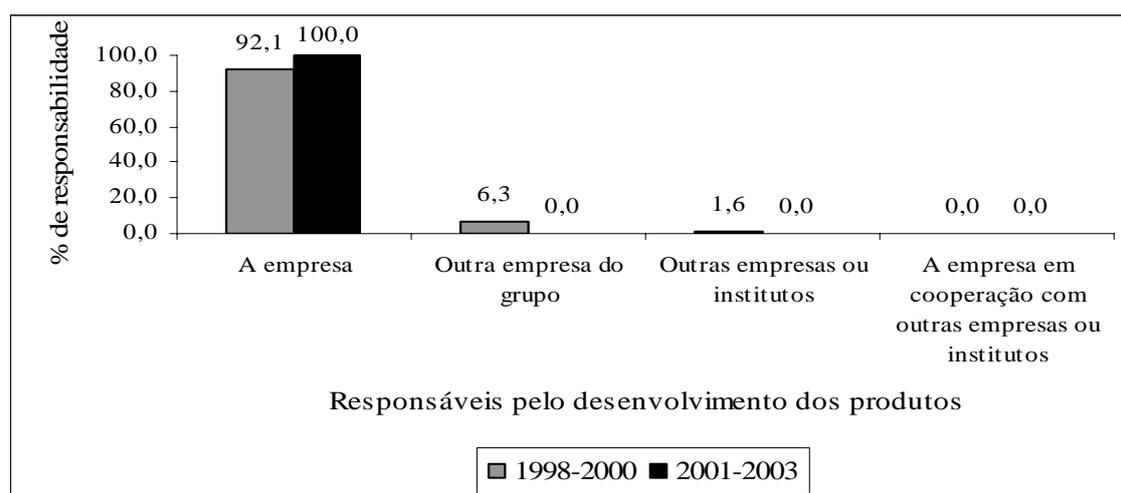
⁴⁰ Como as máquinas-ferramenta são conhecidas como máquinas que fabricam máquinas, sua produção pode se voltar em maior ou menor escala para o atendimento às necessidades internas. Os exemplos de firmas que fabricam suas próprias máquinas são inúmeros no universo da indústria brasileira. Isso é mais freqüente, de uma forma simples, no setor produtor de bens de capital, pois em muitos casos possuem capacidade instalada para tal e, em maior grau, nos produtores de máquinas-ferramenta cujas atividades rotineiras de processo envolvem a produção de suas próprias máquinas.

passa pela transmissão adequada e pela qualidade das informações, cujas dimensões temporais e espaciais não devem ser ignoradas.

Entretanto, ao retornarmos a questão das interações, os vínculos com outras agentes são muito frágeis. A comparação entre a PINTEC 2000 e a PINTEC 2003 revela um quadro bem distinto entre as duas pesquisas. Diversas fontes de conhecimento utilizadas com frequência pelas empresas entre 1998 e 2000 tiveram sua participação reduzida fortemente entre 2001 e 2003. Fornecedores, apesar da redução, ainda apresentam cerca de 50% de participação como fonte de informação utilizada.

Se observarmos a responsabilidade apontada pelas empresas no processo de desenvolvimento dos produtos, conforme indicado na Figura 15 abaixo, percebemos a concentração dentro das próprias firmas:

Figura 15 – Principal responsável pelo desenvolvimento do produto segundo as empresas que implementaram inovações (1998-2000 e 2001-2003)



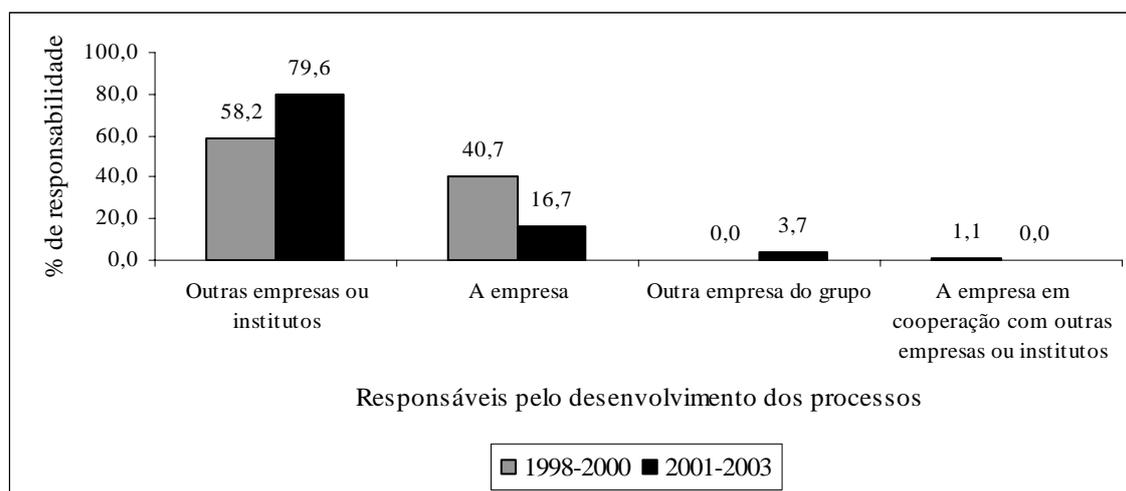
Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

Entre 1998 e 2000, em 92,1% dos casos das empresas que implementaram inovações de produto, a principal responsável pelo desenvolvimento do produto, segundo os entrevistados, foi a própria empresa. Em segundo lugar, com 6,3%, outra empresa do grupo. Somente em 1,6% dos casos houve a presença de outras empresas ou institutos. Entre 2001 e 2003, simplesmente 100% dos casos tiveram como principal responsável a empresa.

No caso do desenvolvimento de processos há uma inversão da responsabilidade atribuída. Apesar de ocupar uma posição razoável, de 1998 a 2000, a empresa perde importância no triênio seguinte. Por outro lado, ocupando 58,2% dos casos na PINTEC

2000, outras empresas e institutos elevaram sua participação na inovação de processos na PINTEC 2003 (79,6%). A Figura 16 abaixo representa esse comportamento:

Figura 16 - Principal responsável pelo desenvolvimento de processos segundo as empresas que implementaram inovações (1998-2000 e 2001-2003)



Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

Apesar da presença de outras empresas ou institutos no desenvolvimento de processos nas empresas que implementaram inovações, isso não significa uma relação cooperativa com outras firmas ou institutos, questão que pode ser verificada pelo baixo percentual de conexões entre 2001 e 2003 e a inexistência entre 1998 e 2000. O fato de outras empresas e institutos serem responsáveis pelo desenvolvimento de processos está mais voltado para uma possível aquisição de tecnologia incorporada a equipamentos do que para uma interação mais complexa com os diversos agentes econômicos. Além disso, das empresas que inovaram, entre 1998 e 2000, apenas 3% tiveram relações de cooperação com outras organizações. Entre 2001 e 2003 esse percentual caiu para 2,1%.

Seria uma representação do modelo proposto por ABERNATHY e UTTERBACK (1978), no qual a inovação de um produto em determinada unidade fabril (um equipamento, por exemplo) pode significar a inovação de processo em outra unidade. Essa relação se configura inter ou intrafirmas.

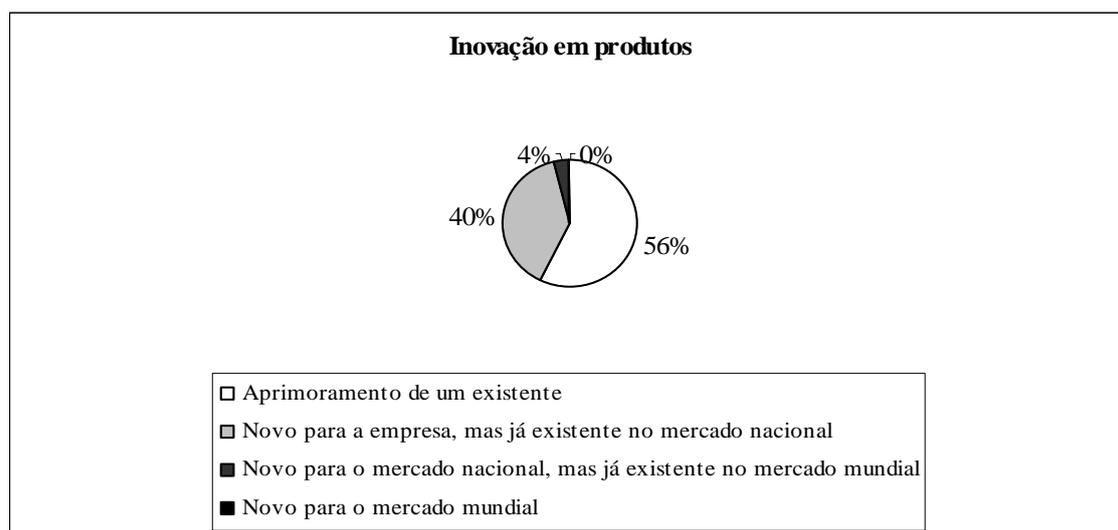
No entanto, mesmo considerando as questões de que existe um espectro de inovadores, que não há extremos absolutos e que uma trajetória se modifica ao longo da maturidade das unidades fabris, os fabricantes de máquinas-ferramenta, que seriam enquadrados num padrão mais fluido com mudanças ocorrendo principalmente em produtos, possuem muitas inovações em processos, predominantemente incrementais.

5.2.4 Grau de novidade da mudança técnica

A ausência de mudanças radicais pode ser problemática, na medida em que a indústria de máquinas-ferramenta pode entrar num processo de especialização sem a incorporação de um novo paradigma. A indústria automobilística, principal setor usuário das MF, aponta para uma tendência de uso mais intensivo de novos materiais e de novos componentes. Essa modificação dos padrões de produção indica que a indústria de máquinas não deve ignorar a necessidade de incorporar novas tecnologias, como, por exemplo, a utilização de novos “processos de injeção, fundição, sinterização ou conformação que resultam em componentes com forma geométrica próxima da do produto final (*near net shape*)” (NAVEIRO, 2005, p.24).

O comportamento do segmento de MF é muito difuso e seria difícil observá-lo adequadamente dentro dos padrões estabelecidos pelos autores. As mudanças incrementais entre 2001 e 2003 podem ser vistas, predominantemente, tanto em produtos quanto em processos, conforme representação através das Figuras 17 e 18⁴¹:

Figura 17 – Grau de novidade do principal produto nas empresas que implementaram inovações no segmento fabricante de máquinas-ferramenta (2001-2003)



Fonte: IBGE (2005) – PINTEC 2003.

Além da ausência de produtos inéditos em termos mundiais, um produto considerado novo para o mercado nacional ocorreu apenas em 4% dos casos. Cerca de

⁴¹ Não há informações tabuladas disponíveis para a PINTEC 2000.

40% eram novos apenas para as empresas, mas já existentes no país e 56%, a maioria, foram simplesmente aprimoramentos de produtos existentes. Inovações basicamente de caráter incremental.

Em processos, cuja cumulatividade pode ser mais freqüente do que no caso do desenvolvimento de produtos, o aprimoramento de um processo já existente ocupa 61% das inovações implementadas. Em ambos os casos a distância em relação à fronteira tecnológica mundial é ampla e a novidade restringe-se, praticamente, ao âmbito da firma.

Figura 18 – Grau de novidade do principal processo nas empresas que implementaram inovações no segmento fabricante de máquinas-ferramenta (2001-2003)



Fonte: IBGE (2005) – PINTEC 2003.

A mudança incremental é um reflexo do comportamento do setor, mundialmente, mas não significa que o país não possa estar, em determinadas linhas específicas de produtos, avançado no processo de mudança técnica.

5.2.5 O processo de aprendizado no setor de MF

Os processos de aprendizado que ocorrem nas firmas podem ocorrer em uma miríade de caminhos distintos com diversas fontes de conhecimento. Eles produzem um estoque de conhecimento e de capacidades tecnológicas que determinam uma ampla faixa de trajetórias tecnológicas (MALERBA, 1992).

Von HIPPEL e TYRE (1995) ao discorrerem sobre as dimensões específicas do ambiente e do tempo do processo de aprendizado exploram a complexidade do *learning by doing* e sua continuidade ao longo do tempo. MALERBA (1992), ao estruturar de forma geral o aprendizado, o estoque de conhecimento e a mudança técnica incremental, descreve que, além das diversas fontes tecnológicas e da natural cumulatividade do processo, sua ocorrência pode ser observada nos mais diversos setores dentro das próprias firmas: produção, projeto, engenharia, P&D, organização e *marketing*.

Levando em conta que, segundo BELL e PAVITT (1993), as firmas industriais podem ser o *locus* da criação do conhecimento, ultrapassando a fronteira das perspectivas que consideram apenas as instituições externas vinculadas à educação formal e a treinamentos como responsáveis pelos respectivos processos, pode-se através da estrutura proposta por MALERBA (1992) apontar a variedade de processos de aprendizado.

De acordo com MALERBA (1992) as direções das mudanças técnicas incrementais estão relacionadas a ocorrências basicamente no nível da produção. Melhorias em processos de produção, em insumos utilizados nos processos, modificação na escala e na organização da produção e diferenciação horizontal do produto são resultados existentes no âmbito da firma industrial⁴².

Já observamos em Von HIPPEL e TYRE (1995) que o *learning by doing* pode ser um mecanismo de solução de problemas, desde que consideradas as questões transmissão e da qualidade das informações. O conhecimento é cumulativo e baseado em uma curva de aprendizado que não está dissociada do uso dos recursos necessários à produção ao longo do tempo. O *learning by using* é fundamental para apontar problemas decorrentes do uso do equipamento no “chão de fábrica”, indicar soluções e propor melhorias. A natureza de determinado problema pode ser descoberta através da utilização de uma máquina ou na construção de uma máquina. Portanto, novamente deve ser ressaltado que a dimensão do tempo (o momento em quem a máquina é usada) e a dimensão espacial (local de aplicação) são importantes para avançar na acumulação do conhecimento e avançar na melhoria tecnológica.

Se concluíssemos que a aquisição de tecnologia associada a equipamentos seria suficiente, os números seriam positivos, conforme visto anteriormente e visualizado nas

⁴² Não se trata aqui, de explicitar as hipóteses básicas apresentadas pelo autor e acompanhar o relacionamento entre os processos de aprendizado e as direções das mudanças técnicas incrementais ocorridas com o segmento fabricante das máquinas-ferramenta. Entretanto, veremos através dos resultados da PINTEC um possível comportamento do setor dentro dessa perspectiva analítica.

Figuras 11, 12 e 14. No entanto, além de se tratar de um setor específico, devido a sua centralidade na estrutura econômica, outros fatores devem ser considerados, além de outras variedades do processo de aprendizado.

O *learning from advances in science and technology*, associado à absorção de novos desenvolvimentos na área de ciência e tecnologia é, de acordo com os dados, pouco praticado. O setor no Brasil não desenvolve suas máquinas próximas da fronteira tecnológica, haja vista que os resultados da inovação mostram que os graus de novidade, tanto em âmbito nacional quanto internacional, são, respectivamente, baixo (4%) e inexistente⁴³.

O aprendizado obtido externamente, através de competidores e outras firmas da indústria, ou seja, *learning from inter-industry spillovers*, é de mensuração mais complexa, mas considerando que outras empresas ou institutos são responsáveis por apenas 1,6% do desenvolvimento de produtos no triênio 2001-2003⁴⁴, é pouco provável que seja efetivamente praticado.

O aprendizado advindo das interações, *learning by interacting*, processo baseado na relação cooperativa com outras fontes, tais como fornecedores, usuários ou outras firmas, pode pertencer a um quadro diferenciado. Enquanto clientes e fornecedores têm um grau de importância elevado, segundo a percepção das empresas, e ainda são utilizadas com muita frequência como fontes de informação, a cooperação com outros institutos ou universidades e a relação com centros de capacitação, por exemplo, têm pouco peso nos processos. O aprendizado obtido por fornecedores pode, em muitos casos, estar associado à tecnologia incorporada às máquinas e equipamentos adquiridos.

As atividades formais internas, principalmente de P&D, praticadas com o objetivo de adquirir novos conhecimentos, tiveram uma evolução ao longo dos dois triênios, se considerarmos os dispêndios com estas atividades em relação à receita de vendas. De acordo com a Figura 12 esse percentual aumentou de 0,33% (PINTEC 2000) para 0,87% (PINTEC 2003). São dados ainda baixos, mas curiosamente vão de encontro ao grau de importância atribuído pelas empresas a estas atividades. Na última pesquisa (PINTEC 2003) apenas 1,1 % atribuiu um alto grau de importância a P&D interno. De qualquer forma, o aprendizado através da pesquisa, o *learning by searching*, pode ser

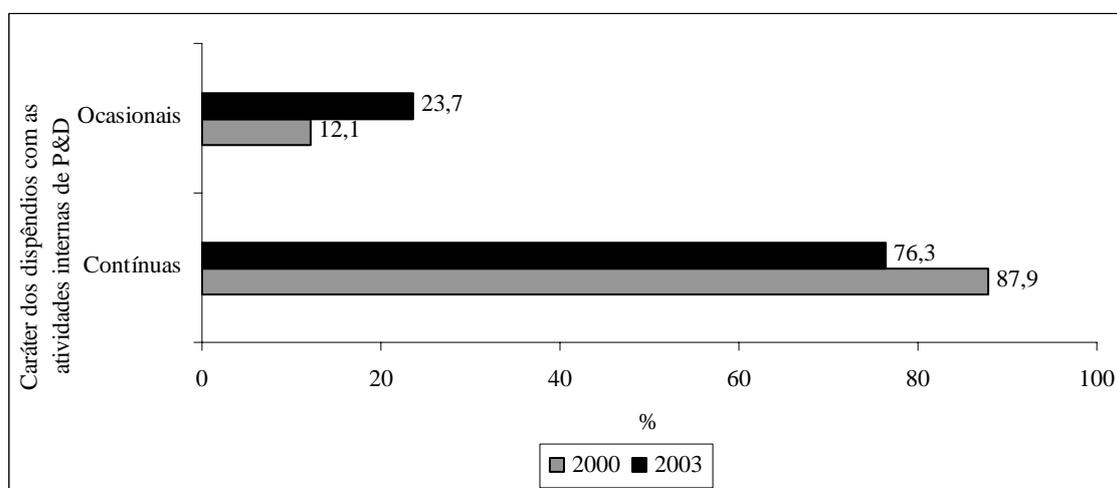
⁴³ Ver Figura 17.

⁴⁴ Entre 1998 e 2000 foi inexistente, segundo os fabricantes, o percentual de outras empresas ou institutos responsáveis pelo desenvolvimento de produtos.

objeto de atenção, haja vista a responsabilidade da própria empresa no desenvolvimento de novos produtos.

Outro ponto interessante diz respeito ao caráter dos dispêndios totais em P&D interno⁴⁵. De acordo com a Figura 19, no ano de 2003, 76,3% dos dispêndios com as atividades internas de P&D foram contínuos. Esse valor representa uma redução em relação ao ano de 2000 (cerca de 90%), mas permanece num elevado patamar em relação aos dispêndios ocasionais.

Figura 19 – Caráter dos dispêndios com as atividades internas de P&D (2000 e 2003)



Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

De forma mais objetiva, 11,3% das empresas do total da amostra⁴⁶, em 2000, realizaram dispêndios com atividades de P&D. Esse percentual aumentou, ligeiramente, para 12%, em 2003. Do total de pessoas ocupadas⁴⁷ no setor de máquinas-ferramenta em 31/12/2000, cerca de 1% estava ocupado em P&D⁴⁸ interno com um aumento percentual para 2% em 31/12/2003⁴⁹. Esses valores são superiores à média das indústrias extrativas e de transformação, que tinham em 2000 e 2003, respectivamente,

⁴⁵ Apesar da periodicidade trienal, a pesquisa possui duas referências temporais. A maioria das variáveis qualitativas se refere ao período de três anos, isto é, de 1998 a 2000 na PINTEC 2000 e de 2001 a 2003 na PINTEC 2003. No entanto, variáveis quantitativas, como dispêndios com P&D, impacto das inovações sobre as vendas, dispêndios com outras atividades inovativas e algumas variáveis qualitativas são referentes ao último ano do período considerado. Isso representa os anos de 2000 e 2003 nas respectivas pesquisas.

⁴⁶ O total da amostra significa que as empresas que realizaram dispêndios com P&D não necessariamente inovaram.

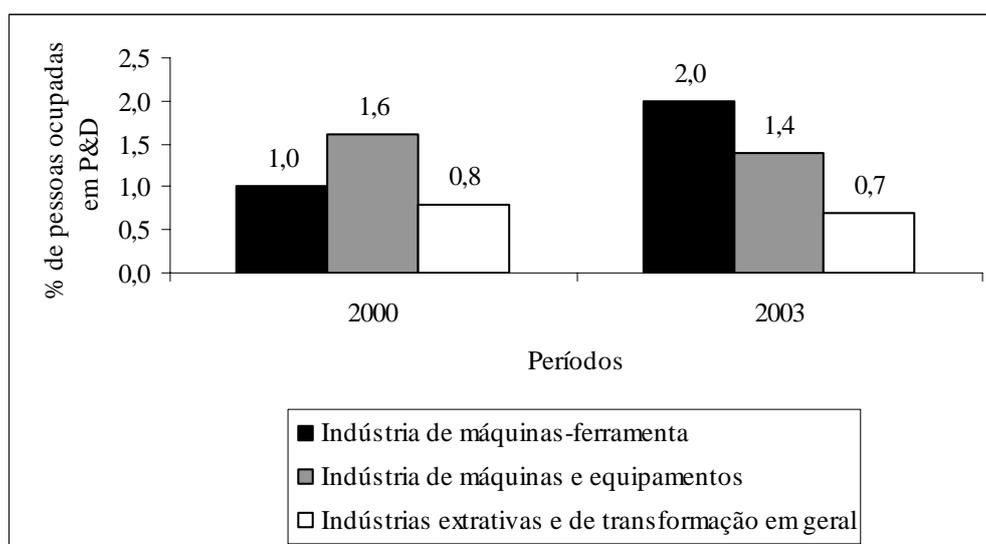
⁴⁷ Estimado a partir de dados da amostra da Pesquisa Industrial Anual – 2000, realizada pelo IBGE.

⁴⁸ Total de pessoas ocupadas em dedicação plena nas atividades de P&D, obtido a partir da soma do número de pessoas em dedicação exclusiva e do número de pessoas em dedicação parcial, ponderado pelo percentual médio de dedicação.

⁴⁹ O número de pessoas ocupadas em P&D também é estimado a partir de dados da amostra da Pesquisa Industrial Anual, realizada pelo IBGE; nesse caso para o ano de 2003.

0,8% e 0,7% dos empregados ocupados em P&D. Comparativamente, o setor fabricante de máquinas-ferramenta teve um comportamento melhor do que o setor de fabricação de máquinas e equipamentos (CNAE de divisão 29), no qual está englobado e que obteve respectivos percentuais de 1,6% e 1,4% para o mesmo período indicado. Apesar de um ligeiro avanço nos últimos anos, os indicadores de P&D internos ainda são baixos. A Figura 20 abaixo mostra a base comparativa:

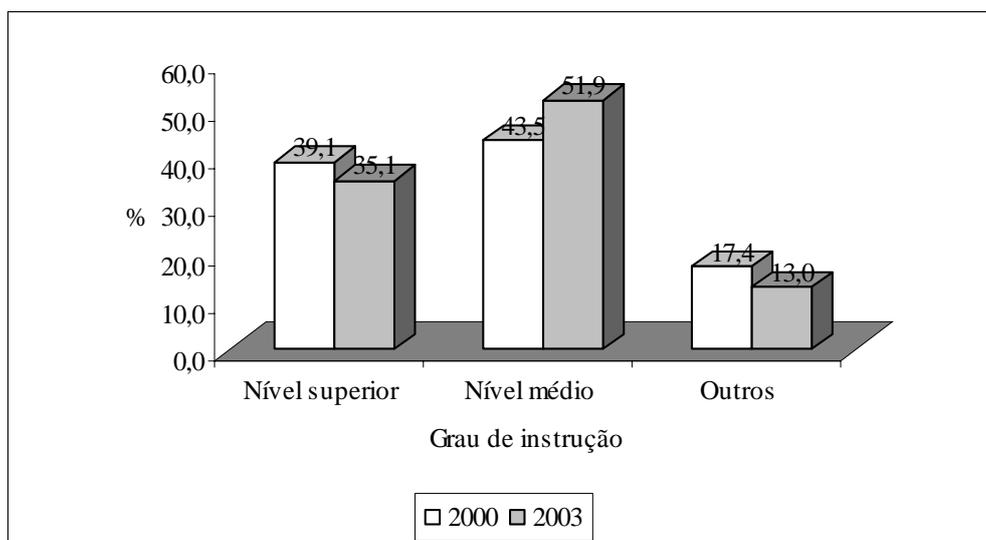
Figura 20 – Percentual de pessoas ocupadas em P&D (2000 e 2003)



Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

Do percentual da mão-de-obra ocupada em P&D no setor de máquinas-ferramenta, o número de pessoas de nível médio é superior em ambas as amostragens. Na PINTEC 2000 esse número era mais equilibrado com o número de pessoas de nível superior, mas na PINTEC 2003 ocupou mais da metade do total de empregados em P&D. O pessoal de nível superior teve redução de uma pesquisa para outra, bem como aqueles enquadrados como outros. Ambos aumentaram o percentual do segmento de nível médio, conforme destacado na Figura 21 abaixo:

Figura 21 – Percentual de pessoas ocupadas em P&D por grau de instrução
(2000 e 2003)



Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

5.2.6 A origem da tecnologia no processo de acumulação tecnológica

Uma outra questão-chave apontada por BELL e PAVITT (1993) diz respeito à complementaridade entre tecnologia importada e acumulação tecnológica local. Partindo do pressuposto de que o processo de inovação tecnológica está vinculado aos fluxos de conhecimento, que as empresas não estão isoladas em suas atividades de acumulação e que as redes de cooperação são fundamentais, o fato de a tecnologia estrangeira estar presente não é por definição ruim. Essencial é entender até que ponto as empresas devem ter uma atitude passiva, simplesmente recebendo projetos desenvolvidos externamente, obtidos a partir de contratos e licenciamento de tecnologia. Por se tratar de um setor maduro, com inovações de produto, mas basicamente de caráter incremental, o segmento de máquinas-ferramenta recorre pouco a licenciamento, verificado tanto pelo baixo grau de importância atribuído pelas empresas a licenças, patentes e *know-how*⁵⁰ quanto pela baixa utilização (1,0% na PINTEC 2000 com ligeiro aumento para 3,7% na PINTEC 2003⁵¹).

No caso das patentes são necessárias outras observações. Os métodos de proteção não são muito utilizados pelas firmas. No triênio 2001-2003⁵² apenas 10,58%

⁵⁰ Apenas na PINTEC 2003 existiu grau de importância alto atribuído a esse tipo de fonte de informação (2,6%). Ver figura 13.

⁵¹ Ver figura 14.

⁵² Não há dados disponíveis para o triênio 1998-2000.

das empresas que implementaram inovações utilizaram métodos de proteção. Destes métodos de proteção, 80% foram escritos (60% por meio de patentes e 20% por meio de marcas), 5% de caráter estratégico, integralmente vinculados a segredo industrial, e 15% se referiam a outros métodos. De 1998 a 2000, apenas 5% das empresas realizaram depósitos de patentes e 27% tinham patentes em vigor. De 2001 a 2003, o número de empresas com depósito de patente aumentou para 5,8% e o percentual de empresas com patentes em vigor reduziu para 1,1%.

Para BELL e PAVITT (1993), o uso de tecnologia estrangeira deve ser acompanhado de esforços e investimentos para a acumulação local de capacidades tecnológicas. Em muitos casos, no país, a tecnologia estrangeira é disseminada através das filiais de empresas estrangeiras instaladas em território nacional. Como as empresas obedecem a uma estratégia de *global sourcing*, como apontado anteriormente, tanto as opções de produção como as de desenvolvimento de produtos são determinadas com base no planejamento e na decisão da matriz.

Baseado no argumento de que o desenvolvimento de produtos e toda a engenharia aplicada podem ser entendidos num espectro mais amplo que a simples atividade de P&D, com a amplitude desde a concepção de produto até os serviços de assistência técnica, as empresas deveriam optar por uma postura distinta. O processo de capacitação e desenvolvimento de habilidades deve ser aplicado pelas empresas indistintamente das origens. Entretanto, as filiais de empresas estrangeiras no país poderiam, dentro de sua autonomia decisória, construir centros de competência local, que podem ser restritos para linhas específicas de produto haja vista a própria heterogeneidade do setor, e que justificasse perante a multinacional, o estabelecimento ou a ampliação de investimentos em novas capacitações (tecnológicas ou de produção) na unidade brasileira.

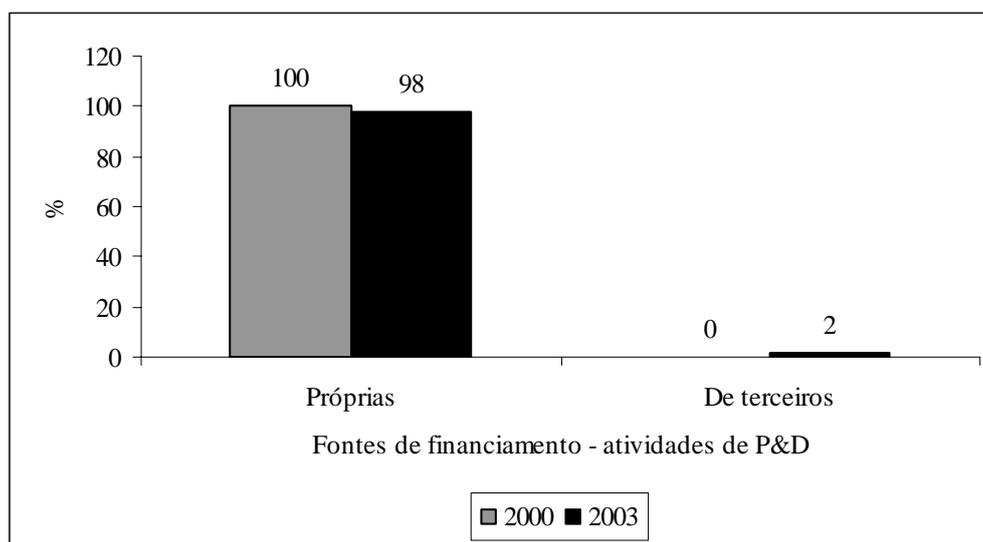
Com o uso cada vez mais intensivo de ambientes virtuais no desenvolvimento de produtos, o processo de transferência das informações, fundamental ao processo de aprendizado, é facilitado. Essa transferência pode ser realizada para outras unidades da empresa, no país ou no exterior, ou para outras empresas concorrentes, fornecedoras ou usuárias (NAVEIRO e BORGES, 2003). Baseado nas relações de cooperação já instituídas e apresentadas no trabalho, entre 1998 e 2000, 100% das parcerias foram com organizações estrangeiras, especificamente com fornecedores e outra empresa do grupo. Entre 2001 e 2003, a variedade de relações aumentou, apesar da redução do percentual de cooperação. As empresas se relacionaram com, além de outra empresa do

grupo e fornecedores, clientes ou consumidores, empresas de consultoria, universidades e institutos de pesquisa, centros de capacitação profissional e assistência técnica. O universo foi baixo, mas a predominância das parcerias com o exterior permanece. Universidades, institutos de pesquisa e centros de capacitação estão integralmente localizados no país e 50% dos clientes ou usuários também. As demais parcerias são inteiramente realizadas com empresas no exterior.

5.2.7 Políticas governamentais e financiamentos

A estrutura necessária para dar suporte à acumulação tecnológica passa por políticas governamentais que podem influenciar na taxa e na direção das mudanças técnicas (BELL e PAVITT, 1993). Assim, incentivos ao processo de inovação que passam pelo financiamento, conduzidos por instituições públicas podem ser um importante instrumento nesta trajetória. Conforme apresentado na Figura 22, a ampla maioria dos financiamentos nas atividades de P&D, tanto na PINTEC 2000 quanto na PINTEC 2003, foi realizada pela própria empresa.

Figura 22 – Origem das fontes de financiamento para as atividades de P&D (2000 e 2003)

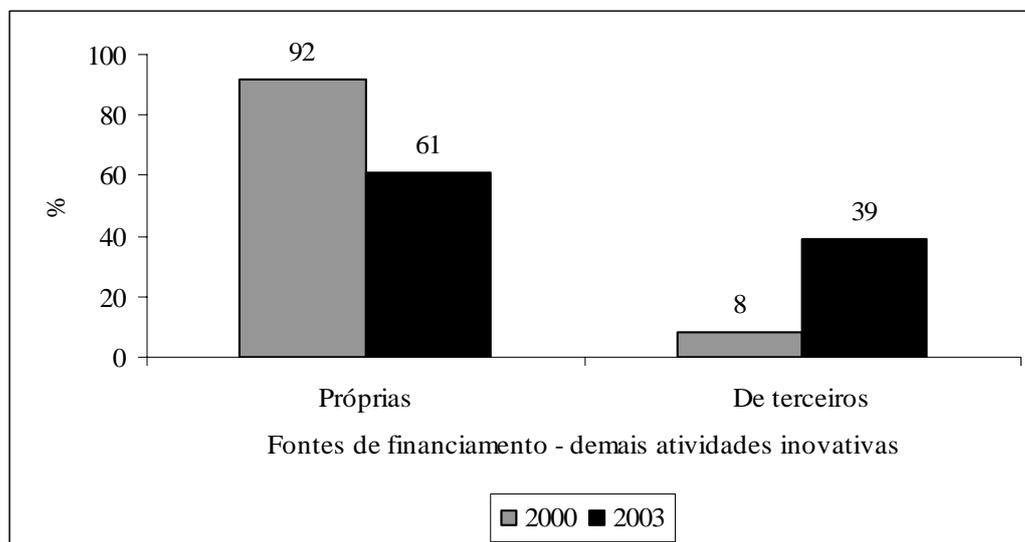


Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

Nas demais atividades inovativas, em 2003, houve um equilíbrio maior entre as fontes de financiamento. Ademais, ocorreu uma inversão da origem do financiamento de terceiros, com o percentual de financiamento público (64,1%) superando o

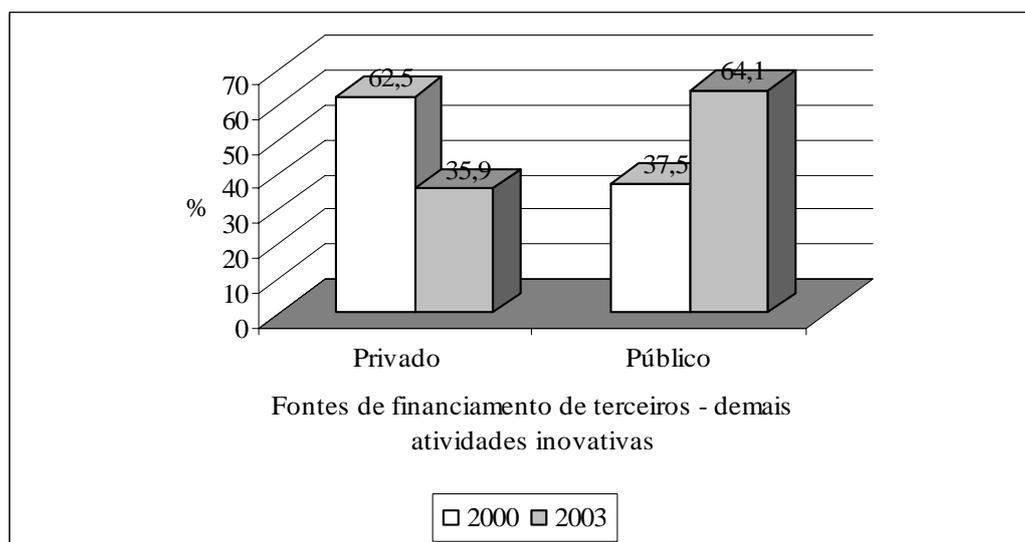
percentual de financiamento privado (37,5%). As informações estão apresentadas nas Figuras 23 e 24.

Figura 23 – Origem das fontes de financiamento para as demais atividades inovativas (2000 e 2003)



Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

Figura 24 - Fontes de financiamento de terceiros – origem do capital (2000 e 2003)



Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

Quando se trata de financiamento através de instituições públicas, o BNDES teve papel fundamental na construção da indústria de bens de capital brasileira. Através

da linha FINAME, o BNDES atuou como o principal mecanismo de financiamento de longo prazo aos setores demandantes de máquinas e equipamentos.

Hoje, é estabelecido como condição básica para o financiamento de equipamentos pelo BNDES⁵³ que o fabricante e os seus respectivos produtos estejam credenciados na instituição. Um dos principais critérios relacionados ao processo de credenciamento determina que as máquinas e equipamentos atinjam índices mínimos de nacionalização, que hoje se encontram no patamar de 60%, em valor⁵⁴.

De acordo com o BNDES (2007e), os desembolsos através da linha FINAME/FINAME Leasing⁵⁵, para a indústria de máquinas-ferramenta, evoluíram de forma sistemática ao longo dos últimos quatro anos. Em 2005, por exemplo, os números alcançaram R\$ 480,9 milhões. Com um crescimento de 9,4%, os desembolsos em 2006 chegaram R\$ 526,2 milhões.

As instruções relacionadas ao índice de nacionalização e os critérios para credenciamento atualmente vigentes não são vinculados a processos inovadores por parte da indústria de bens de capital⁵⁶. Indiretamente, a exceção poderia ser caracterizada pela relação de produtos caracterizados como bens de informática⁵⁷.

Entretanto, nas atuais políticas operacionais do BNDES está estabelecido como prioridade o apoio a investimentos que promovam a inovação tecnológica em toda cadeia produtiva, em qualquer segmento industrial. Para tal, foram criadas duas novas linhas de financiamento à inovação (P, D & I e Produção) e foi reativado o Fundo Tecnológico – FUNTEC, que libera recursos não reembolsáveis (BNDES, 2007a).

Enquanto o primeiro tipo (P, D & I) destaca os esforços de pesquisa, desenvolvimento e inovação para novos produtos e processos, o segundo tipo

⁵³ Financiamento, de forma isolada, através das diversas modalidades da linha FINAME, bem como através de outras modalidades operacionais relacionadas a projetos de investimentos. Para detalhes sobre as diversas formas de apoio financeiro, ver BNDES (2007c).

⁵⁴ Para critérios e instruções do cálculo do índice de nacionalização verificar BNDES (2007d). Alternativamente, as empresas que produzem itens caracterizados como bens de informática podem apresentar ao BNDES, em substituição ao cumprimento do índice de nacionalização, a portaria interministerial que confere a esses produtos o Processo Produtivo Básico – PPB. Para detalhes sobre a legislação relacionada ao PPB consultar Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT (MCT, 2007).

⁵⁵ Não são computados, nesse caso, os financiamentos ao setor contemplados por outras modalidades operacionais do BNDES.

⁵⁶ De certa forma, isso talvez ocorresse anteriormente, haja vista que se exigia 85% de índice de nacionalização para equipamentos já fabricados no país e 65% para equipamentos de fabricação pioneira, com elevado conteúdo tecnológico. Essa situação estava presente, obviamente, num contexto de forte incentivo à substituição de importações. Para detalhes ver SILVEIRA (2002).

⁵⁷ Indiretamente porque o PPB é um instrumento utilizado pelo BNDES, mas que faz parte de uma estratégia mais ampla de governo, que inclui a aplicação de benefícios fiscais a empresas que investem em atividades de pesquisa e desenvolvimento em tecnologias da informação. Ver Decreto nº 5.906, de 26.09.2006 (MCT, 2007).

(Produção) tem por objetivo o financiamento de investimentos em inovações incrementais em produtos e processos; investimentos associados à capacitação e à formação de ambientes inovadores; investimentos na criação e na adequação das capacidades produtivas e de comercialização aos resultados dos processos inovativos. Em ambos os casos das linhas de apoio (P, D & I e Produção) os beneficiários são “sociedades que exerçam atividades produtivas e instituições especializadas em desenvolvimento tecnológico aplicado a atividades produtivas⁵⁸” (BNDES, 2007a).

Já o Fundo Tecnológico – FUNTEC “destina-se a apoiar financeiramente projetos que objetivam estimular o desenvolvimento tecnológico e a inovação de interesse estratégico para o País” (BNDES, 2007b). De acordo com programas e políticas do governo federal, os projetos a serem apoiados devem ser direcionados para: energias renováveis provenientes da biomassa; semicondutores, softwares e soluções biotecnológicas (relacionadas ao desenvolvimento da agropecuária brasileira); medicamentos e insumos para doenças negligenciadas e fármacos⁵⁹.

5.2.8 Impactos e obstáculos observados

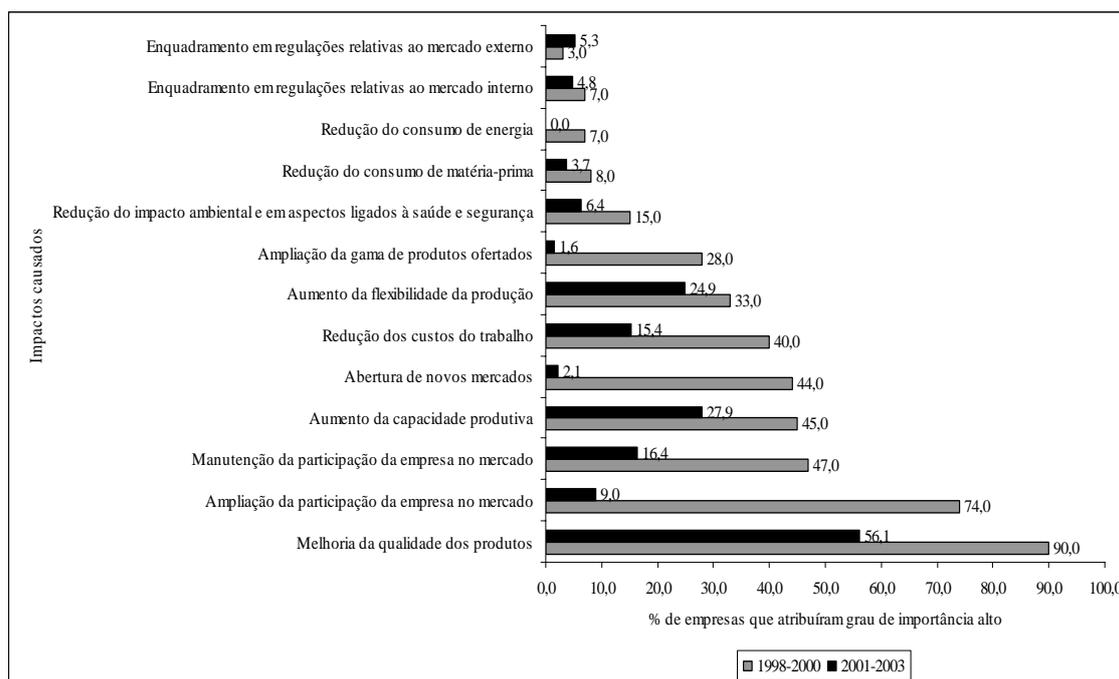
Os impactos obtidos com a implementação das inovações podem ser representados pela particular percepção das empresas, revelado pelos graus de importância por elas atribuídos, bem como na participação que as inovações possuem nas vendas realizadas. A partir de tal afirmativa, problemas ou obstáculos que impedem o processo inovativo podem ser devidamente identificados. A Figura 25 abaixo apresenta o grau de importância⁶⁰ atribuído aos impactos causados pela implementação das inovações:

⁵⁸ Para maiores detalhes sobre a finalidade, forma de apoio, taxa de juros, prazo, nível de participação e outros ver BNDES (2007a)

⁵⁹ Para detalhes ver BNDES (2007b)

⁶⁰ Ver nota de rodapé n.36.

Figura 25 – Grau de importância atribuído aos impactos causados pela implementação das inovações (1998-2000 e 2001-2003)



Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

A Figura 25 anterior apresenta uma situação interessante. O grau de importância atribuído como alto aos impactos causados pela implementação das inovações reduziu em praticamente todos os casos do triênio 1998-2000 para o triênio 2001-2003. A única exceção diz respeito à importância do enquadramento em regulações relativas ao mercado externo. As possibilidades, nesse caso específico, podem estar associadas às pressões competitivas externas, com a ampliação das restrições por parte de usuários e clientes estrangeiros, integradas a orientações específicas das matrizes. Esse tipo de mudança técnica é, normalmente, caracterizada por pequenas adaptações que ocorrem de maneira gradual e incremental.

Aparentemente, há de forma geral uma descrença dos fabricantes de máquinas-ferramenta com relação aos efetivos resultados do processo inovativo. O período pesquisado pode ser insuficiente para tal afirmação, mas a redução quase integral dos números apresentados indica essa tendência.

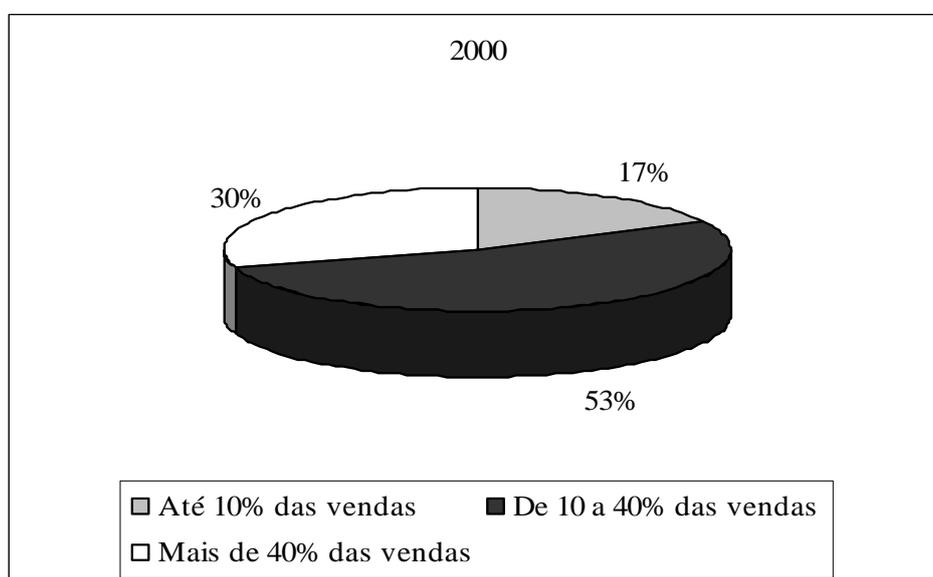
Impactos que refletem diretamente na estratégia mercadológica das empresas como ampliação da gama de produtos ofertados, abertura de novos mercados, manutenção da participação da empresa no mercado e ampliação da participação da empresa no mercado tiveram seus graus de importância reduzidos de forma substancial.

Aqueles que podem traduzir mudanças nas capacidades de produção também tiveram uma redução, mas não tão drástica. Pode-se citar como exemplos a redução do consumo de energia, a redução do consumo de matéria-prima, aumento da flexibilidade de produção, redução dos custos de trabalho e aumento da capacidade produtiva.

Apesar da redução, o percentual atribuído aos impactos causados na flexibilidade da produção e no aumento da capacidade produtiva ainda é significativo. Como se trata do setor que produz equipamentos que permitem uma maior flexibilidade da produção que é refletida no aumento da capacidade produtiva, tal situação era esperada. Naturalmente, não se deve descartar o que se aferiu com a pesquisa, mas aparentemente, o percentual reduzido pode estar associado a uma perspectiva maior de descrença, do setor de MF, nos impactos causados pelas inovações. Tudo associado a um quadro mais amplo de estagnação do setor.

Objetivamente podemos ver o impacto das inovações nas vendas internas realizadas pelas empresas nos anos de 2000 e de 2003, indicados nas Figuras 26 e 27 abaixo:

Figura 26 - Participação percentual dos produtos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados no total das vendas internas em 2000



Fonte: IBGE (2002) – PINTEC 2000.

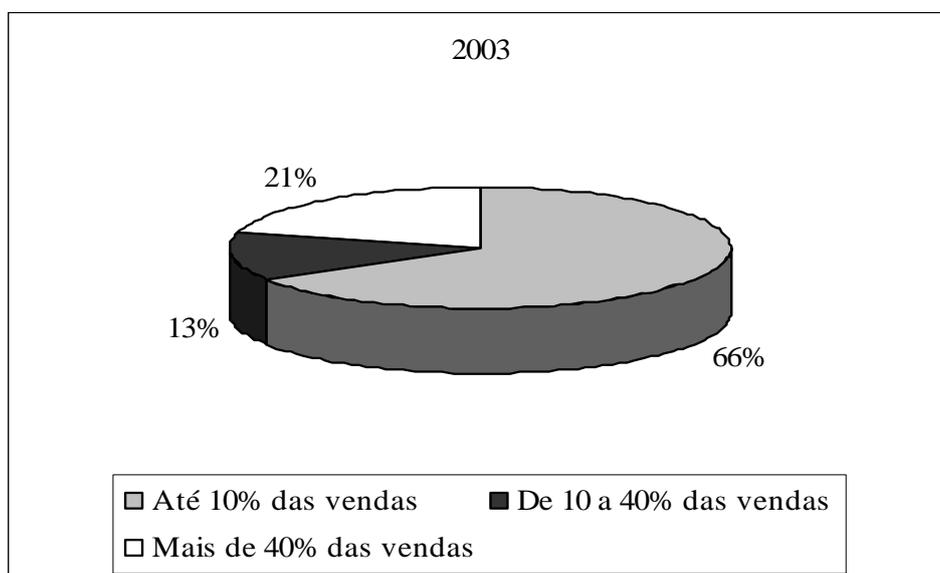
De acordo com a PINTEC 2000, 23% das empresas da amostra total implementaram inovação de produto⁶¹. De todas as empresas que implementaram

⁶¹ Não necessariamente só produto.

inovações, o percentual das inovações de produto corresponde a 63%. Em aproximadamente metade das empresas (53%), as inovações de produto corresponderam entre 10 e 40% das vendas. Em cerca de 1/3 das empresas (30%) esse percentual correspondeu a mais de 40% das vendas internas. São valores consideráveis, com grande representação nas atividades comerciais dos fabricantes.

Na PINTEC 2003, 16,3% das empresas da amostra total implementaram inovação de produto, o que já representa uma redução em relação à pesquisa anterior. Das empresas que desenvolveram inovações, 28% implementaram produtos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados⁶². Apesar da redução de empresas cujas inovações representaram mais de 40% das vendas (21%), o patamar não foi tão baixo quanto o número de empresas cujas inovações representaram entre 10 e 40% das vendas internas (13%). Os percentuais de participação nas vendas são vistos na Figura 27 abaixo:

Figura 27 - Participação percentual dos produtos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados no total das vendas internas em 2003



Fonte: IBGE (2005) – PINTEC 2003.

⁶² Não há contradição com as informações apresentadas na Figura 10. O fato é que naquele momento as informações foram separadas em inovação somente de produto, inovação somente de processo e ambas.

Em um ambiente onde os impactos causados pelas inovações não parecem ter muita importância perante os fabricantes de máquinas-ferramenta, os elementos também percebidos pelas empresas como obstáculos à não inovação devem ser apontados⁶³.

Entre 1998 e 2000, 57,5% das empresas da amostra total não implementaram inovações e estavam sem projetos. Perguntadas sobre as razões da não implementação, 22,2% das empresas responderam que já tinham realizado inovações prévias, a grande maioria, correspondente a 66,4% das empresas, indicou como obstáculos as condições de mercado⁶⁴ e, finalmente, apenas 11,4% delas atribuíram as razões a outros fatores impeditivos⁶⁵.

Já na PINTEC 2003, que trata do período compreendido entre 2001 e 2003, 34,1% das empresas não implementaram inovações e estavam sem projetos. Houve, portanto, uma redução do percentual. Entretanto, as razões alegadas pelas empresas como motivos para a não implementação ficaram praticamente no mesmo patamar. De 34,1%, 18,5% já tinham realizado inovações prévias, 69,5% atribuíram os obstáculos às condições de mercado e 12% delas relacionaram outros elementos.

Baseado nos aspectos conceituais discutidos até o momento, este panorama em que as empresas alegam como obstáculos para a não implementação de inovações a existência de inovações prévias não deve ser considerado como positivo. Em discussões teóricas que caracterizam a inovação como um processo contínuo, em desenvolvimento e cujo arcabouço de aprendizado tecnológico é cumulativo, as razões relatadas pelas empresas devem ser preocupantes.

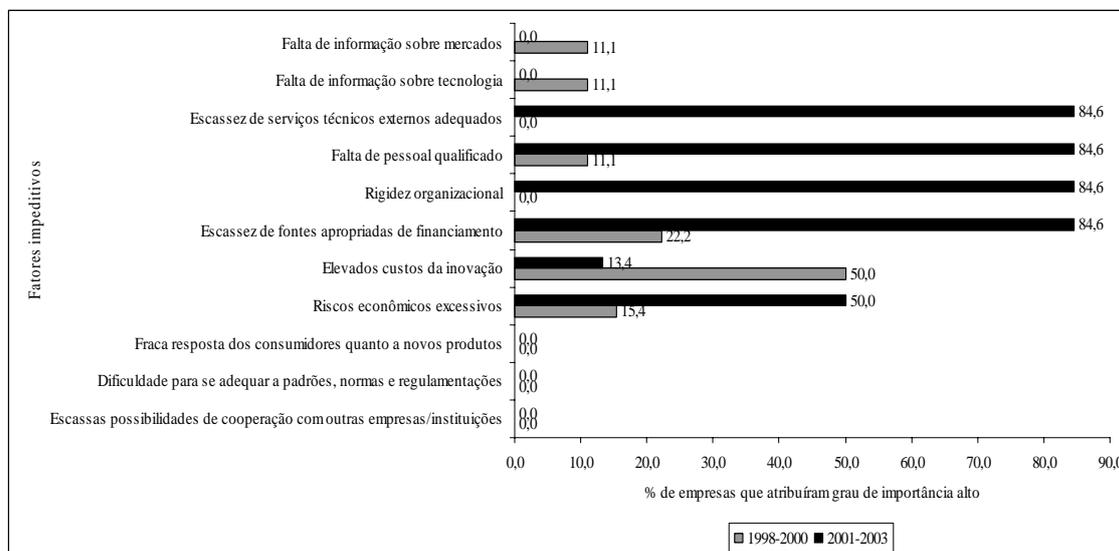
Os outros fatores impeditivos, de percentuais baixos, enquadrados nas razões atribuídas pelas empresas para a não implementação de inovações, podem ser destacados na Figura 28 abaixo:

⁶³ Nem todas as empresas que implementaram inovações declararam ter encontrado obstáculos. No caso do segmento fabricante de máquinas-ferramenta, entre 1998 e 2000, 54% das empresas que inovaram apontaram problemas. Esse percentual foi reduzido para 37,6% entre 2001 e 2003. Em ambas as pesquisas, o percentual das empresas do segmento de MF ficou abaixo das indústrias extrativas e de transformação, embora na PINTEC 2000 tenham sido registrados valores muito próximos. Os números da indústria em geral foram 54,7% e 45,4% , respectivamente na PINTEC 2000 e na PINTEC 2003.

⁶⁴ De acordo com a PINTEC 2003, as condições de mercado dizem respeito a “uma deficiência de demanda (agregada e/ou setorial) ou uma estrutura de oferta (concorrencial ou capacidade instalada) que desestimulou a inovação” (IBGE, 2005, p.23).

⁶⁵ Fatores impeditivos de caráter micro ou microeconômico que estão devidamente relacionados na Figura 28.

Figura 28 - Grau de importância atribuído a outros fatores impeditivos relacionados pelas empresas fabricantes de MF como razão da não implementação de inovações (1998-2000 e 2001-2003)



Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

Dentre os fatores impeditivos relacionados pelas empresas merecem destaque a escassez de serviços técnicos externos adequados, a falta de pessoal qualificado, a rigidez organizacional e a escassez de fontes apropriadas de financiamento.

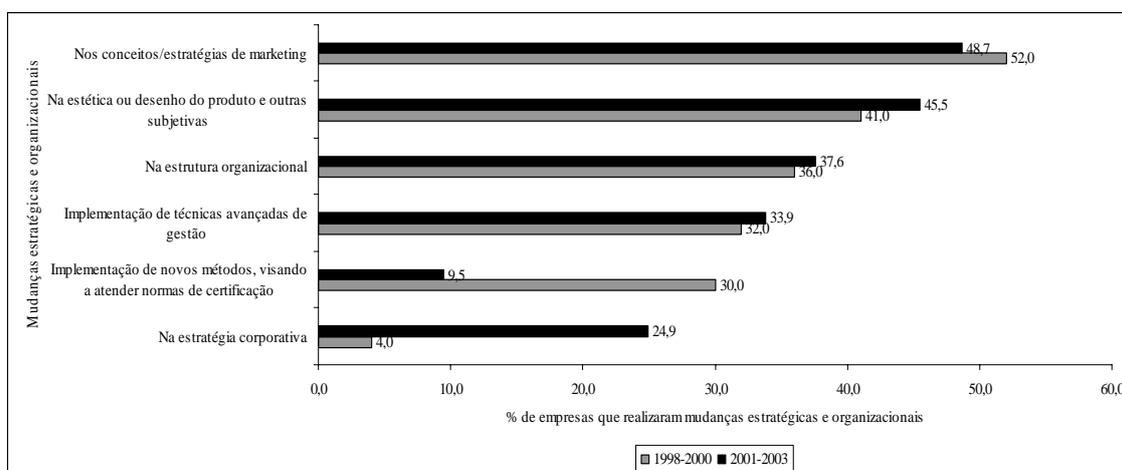
Outro ponto da pesquisa encaminhada aos entrevistados diz respeito a eventuais mudanças estratégicas e organizacionais realizadas pelas empresas. Tanto as empresas que implementaram inovações como aquelas que não implementaram responderam às perguntas englobadas nesse bloco⁶⁶.

As mudanças de caráter estratégico ou organizacional ocorridas nas empresas que implementaram inovações, segundo a PINTEC 2000 e a PINTEC 2003, podem ser distribuídas conforme a Figura 29 a seguir⁶⁷:

⁶⁶ Para esse bloco a PINTEC 2003 separa as empresas da amostra da seguinte forma: empresas que realizaram mudanças estratégicas e organizacionais, mas não implementaram inovações de produto ou processo e também não possuem projetos; empresas que realizaram mudanças estratégicas e organizacionais e implementaram inovações; empresas que realizaram mudanças estratégicas e organizacionais, não implementaram inovações, mas possuem projetos. A PINTEC 2000, por sua vez, apresenta somente as empresas enquadradas nos dois primeiros casos (IBGE, 2002, IBGE, 2005) Portanto, para efeito de análise dos resultados serão utilizados somente dados disponíveis para as duas pesquisas.

⁶⁷ Na PINTEC 2003, “para possibilitar uma melhor compreensão sobre os esforços que estão sendo empreendidos para tornar a gestão da empresa mais eficiente, a questão relativa às técnicas avançadas de gestão foi desmembrada em três, perguntando se tais técnicas são de gestão da produção, da informação ou de gestão ambiental” (IBGE, 2005, p.24). No entanto, a PINTEC 2000 agrega as informações em apenas um item, que corresponde à implementação de técnicas avançadas de gestão, somente. Será considerado, no caso da PINTEC 2003, para análise dos resultados, o somatório das três formas. Esse somatório pode induzir a uma margem de erro percentual. Isto porque a soma das

Figura 29 – Percentual de empresas que implementaram inovações e realizaram mudanças estratégicas ou organizacionais por tipo de mudança (1998-2000 e 2001-2003)



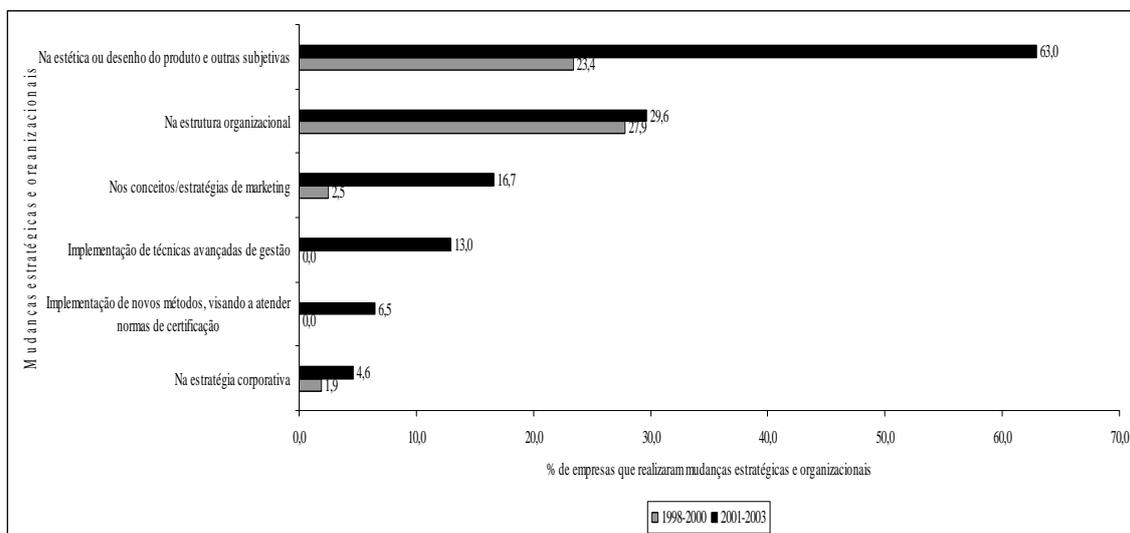
Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

Entre 1998 e 2000, 57,7% das empresas da amostra não implementaram inovação de produto ou processo e não possuíam projetos. Entre 2001 e 2003, esse percentual caiu para 34,1%. No entanto, apesar da ausência de inovações, algumas empresas contidas nesse grupo realizaram mudanças técnicas e organizacionais⁶⁸, que podem ser reproduzidas, graficamente, na Figura 30 abaixo:

empresas pode não significar o total das empresas que implementaram técnicas de gestão, haja vista que uma mesma empresa pode realizar mais de uma técnica de gestão. A diferença pode chegar a 9,0 pontos percentuais, situação extrema de uso de técnicas distintas por uma mesma firma.

⁶⁸ Para o caso da implementação de técnicas avançadas de gestão, ver nota de rodapé n.67. Com relação a essas empresas, em uma situação extrema de uso de técnicas distintas por uma mesma firma, a diferença pode chegar a 2,8 pontos percentuais.

Figura 30 – Percentual de empresas que não implementaram inovações, não possuem projetos, mas realizaram mudanças estratégicas ou organizacionais por tipo de mudança (1998-2000 e 2001-2003)



Fonte: IBGE (2002), IBGE (2005) – PINTEC 2000 e PINTEC 2003.

De um modo geral, percebe-se que as mudanças estratégicas e organizacionais são mais frequentes em empresas que implementaram inovações. Essas mudanças acompanham, provavelmente, o entorno necessário à inovação. Por exemplo, mudanças na estrutura organizacional, implementação de técnicas avançadas de gestão e implementação de novos métodos, visando a atender normas de certificação podem acompanhar as inovações de processo de uma determinada empresa. Analogamente, uma decisão de inovar um produto pode fazer parte de uma mudança da estratégia corporativa. Ademais, um produto novo ou substancialmente aprimorado no mercado significa a possibilidade de incluir mudanças na estética ou desenho desse produto, bem como uma campanha de vendas que pode ser seguida pela redefinição das estratégias de marketing.

No entanto, empresas que não implementam inovações também procuram, normalmente, não perder sua fatia de mercado. Se não há inovação de produto, opta-se por mudar a aparência, isto é, modificar a estética ou o desenho do item. Isso provocado ou acompanhado por novas estratégias de marketing. Da mesma forma, a decisão de mudar a estrutura organizacional pode preceder a decisão de uma inovação dos processos da empresa.

O uso, mesmo ainda baixo, de técnicas avançadas de gestão, indica que a empresa muitas vezes acredita que a resposta adequada a pressões competitivas está na

utilização de modelos de gestão já difundidos nos ambientes organizacionais. Essa decisão pode se revelar parte de uma estratégia inadequada.

5.2.9 Trajetória tecnológica do setor de MF brasileiro

Com base na análise dos resultados obtidos com as Pesquisas de Inovação Tecnológica e traçando um quadro comparativo com as trajetórias tecnológicas apresentadas por PAVITT (1984) podemos chegar ao panorama observado na Tabela 14⁶⁹.

Não foi possível, com as informações obtidas na pesquisa, no caso da indústria brasileira de máquinas-ferramenta, especificar e caracterizar de maneira efetiva as diversas categorias usuárias dos equipamentos. Entretanto, a categoria de empresas formada por fabricantes de bens de consumo duráveis e pelas montadoras de veículos, usuários históricos de máquinas-ferramenta, sempre manteve um alto grau de relacionamento com este setor. O atendimento de necessidades específicas relacionadas a projetos sob encomenda das linhas de produção das montadoras permitiu substanciais melhorias e significativos avanços no desenvolvimento de seus produtos.

Outro ponto a destacar diz respeito à tabulação especial da PINTEC, que não estabelece o percentual de empresas que inovaram, por faixas por pessoal ocupado. Isso poderia ser um caminho para a parametrização das inovações baseada no tamanho das firmas. Para as indústrias extrativas e de transformação em geral, a taxa de inovação é maior em empresas com mais de 500 pessoas ocupadas⁷⁰.

⁶⁹ É importante ressaltar que o autor elabora as trajetórias tecnológicas para máquinas e equipamentos / instrumentos, o que poderia ser contemplado pela indústria de bens de capital. Mas o comportamento da indústria de bens de capital não é necessariamente idêntico ao comportamento da indústria de máquinas-ferramenta o que do ponto de vista das inovações tecnológicas pode significar variações. No entanto, como é considerado o núcleo do setor, o segmento de MF pode ser usado, naturalmente, nessa base comparativa.

⁷⁰ De acordo com a Pesquisa Industrial Anual – Empresa (PIA Empresa) referente ao ano de 2004 (IBGE, 2006a), as empresas são estratificadas, pelo porte, da seguinte forma: 05 a 99 pessoas ocupadas – pequenas; 100 a 499 ocupadas – médias; 500 ou mais pessoas ocupadas – grandes.

Tabela 13 – Trajetórias Tecnológicas: Fornecedores Especializados x Indústria Brasileira de Máquinas-Ferramenta

Categoria da firma	Setores centrais típicos	Determinantes da trajetória tecnológica			Trajetórias tecnológicas	Características mensuradas			
		Fontes de Tecnologia	Tipo de usuário	Meios de apropriação		Fontes do processo tecnológico	Balço relativo entre inovação de produto e de processo	Tamanho relativo das firmas inovadoras	Intensidade e direção da diversificação tecnológica
Fornecedores Especializados	Máquinas/Equipamentos; instrumentos.	Projeto e desenvolvimento de usuários.	Sensível ao desempenho	Know-how em projeto; conhecimento dos usuários; patentes.	Projeto de produto	Interna; clientes	Produto	Pequenas	Baixa e concêntrica.
Indústria Brasileira de MF	Máquinas-Ferramenta	Projetos dos Usuários; Fornecedores; Feiras e Exposições	Misto	Conhecimento dos usuários	Projeto do Produto / Redução dos Custos	Interna; clientes	Processo	N.I.*	Baixa e concêntrica.

Fonte: Elaboração própria com base em PAVITT (1984)

* N.I. – Não Identificado.

Os fabricantes de máquinas-ferramenta atribuem grau de importância relativamente alto aos clientes e fornecedores (34% na PINTEC 2000 e 32,8% na PINTEC 2003) como fontes de informação. Do ponto de vista do uso efetivo, mais de 70% das empresas que inovaram utilizaram os clientes ou consumidores como fontes de informação. Isto significa que o papel dos clientes é destacado, a despeito de poucas relações formais de cooperação ou parceria.

Os fornecedores ocupam um espaço considerável no grau de importância atribuído pelos fabricantes. Essa dependência se reflete no destaque dado à aquisição de máquinas e equipamentos, tanto na percepção dos fabricantes quanto no percentual dos dispêndios em relação à receita líquida de vendas.

Outras fontes de informação empregadas e utilizadas com muita frequência são as feiras e exposições⁷¹. A distância em relação à fronteira tecnológica leva os fabricantes de máquinas-ferramenta, em grande parte, a adaptar projetos de equipamentos vindos do exterior, o que é considerado pelos fabricantes como a “tropicalização” do projeto. O grau de novidade da inovação em relação ao resto do mundo, portanto, é baixo. No caso dos resultados da pesquisa, nulo.

A questão da apropriação é essencial dentro do processo de inovação. Em uma primeira vertente, a empresa deve saber se apropriar do conhecimento gerado e saber usá-lo. Em um outro plano, a empresa deve ter condições de estabelecer “um direito de propriedade” sobre a inovação e, a partir daí, ter a capacidade de retirar os benefícios econômicos resultantes. O uso de patentes pode ser importante em alguns setores, em outros não. O segmento brasileiro de máquinas-ferramenta dá pouca importância às patentes, licenças e *know-how*, concentrando-se basicamente nas informações dos usuários.

Os novos conhecimentos gerados, que ocorrem com grande frequência na elaboração de projetos específicos para os usuários tradicionais do segmento, são responsáveis pelas mudanças técnicas, em sua maioria incrementais, realizadas pelos fabricantes de máquinas-ferramenta. Empresas menores se concentram em produtos de pouca sofisticação, cuja tecnologia já se encontra bastante disseminada. As filiais de empresas estrangeiras instaladas no país utilizam a tecnologia repassada pela matriz que

⁷¹ As feiras e exposições apresentam, normalmente, o “estado da arte” mundial no que diz respeito à tecnologia de máquinas-ferramenta. Com muita frequência essas feiras ocorrem no exterior, principalmente em países que sempre estiveram na vanguarda tecnológica do setor.

se configuram de diversas formas, mas não necessariamente através de contratos e licenças de tecnologia.

Tradicionalmente, os usuários de máquinas-ferramenta são sensíveis ao desempenho. Em produtos sob encomenda, a exigência do cliente está relacionada ao atendimento das necessidades específicas parametrizadas para determinado projeto. No entanto, a questão já não é tão rígida quando os projetos não são especiais e o fornecimento se refere às máquinas convencionais seriadas. A presença de fornecedores mundiais, cuja estrutura de custos é muito baixa, normalmente relacionada ao barateamento da mão-de-obra e à baixa qualidade do produto, equilibrou de forma distinta as questões relacionadas à decisão de compra⁷². Portanto, num balanço relativo entre os tipos de inovação, com base nos resultados observados, as inovações de processo são destacadas.

⁷² Em muitos casos o risco de adquirir uma nova máquina de baixa qualidade é compensado pelo baixo custo do equipamento.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO

O papel do segmento fabricante de máquinas-ferramenta como mecanismo difusor de tecnologia e do progresso técnico merece, portanto, uma reflexão.

A transmissão do conhecimento e do progresso através do sistema produtivo, que pode se revelar em mudanças técnicas nos diversos setores, ocorre basicamente através da aquisição de máquinas e equipamentos. E por trás da construção dessas máquinas está toda a acumulação de competências tecnológicas transferidas pelas máquinas-ferramenta. Competências que serão refletidas tanto nas capacidades produtivas dos diversos fabricantes de equipamentos como nas outras indústrias.

No entanto, se o processo de acumulação tecnológica pode ser insuficiente para o setor de máquinas-ferramenta, devido a sua peculiaridade, essa deficiência é também acumulada e transferida para toda a cadeia. Processos de aprendizagem fracamente constituídos podem ser retratados em outros setores.

Na formação da indústria brasileira, barreiras estruturais foram vencidas, paradigmas foram incorporados e reduções de intervalo tecnológico ocorreram. Entretanto, a situação observada nos últimos anos indica que a distância em relação à fronteira tecnológica aumentou, a relação de complementaridade entre as tecnologias local e estrangeira ocorre em outro patamar e uma fragilidade evidente permeia toda a cadeia de peças e componentes.

A observação das trajetórias tecnológicas do segmento produtor de máquinas-ferramenta (MF) permite concluir que, em seus processos de inovação, há um comportamento específico que o difere do padrão encontrado na categoria constituída pelos fornecedores especializados. Nos casos identificados, foram verificadas distinções dos elementos relacionados aos determinantes e às características das trajetórias.

Pode-se apontar que o balanço relativo entre os tipos de inovação e as características dos usuários de MF são pontos que, nessa análise comparativa, devem ser destacados. O atual papel dos consumidores, com alta sensibilidade em relação ao preço, reflete-se no caminho percorrido pelo segmento, que além de optar por uma combinação entre projeto do produto e redução de custos, caracteriza-se predominantemente pelas inovações de processo.

Os atuais recursos utilizados na geração e no gerenciamento da mudança técnica ainda são insuficientes para garantir o rompimento da postura passiva observada no

setor. Mecanismos formais de apropriação de novos conhecimentos e as relações interativas com outros agentes não são instrumentos consolidados.

Com relação aos fatores impeditivos às inovações, deve-se atentar para os aspectos referentes às condições de mercado. Observa-se a necessidade de criação de políticas de governo que busquem reduzir as fragilidades estruturais.

Outros obstáculos podem ser associados a processos internos à empresa e vinculados a decisões empresariais. Isso é aplicado, na íntegra, com relação à rigidez organizacional e, parcialmente, na falta de pessoal qualificado. Esta última questão depende, fundamentalmente, do desenvolvimento de habilidades, que são construídas com base em investimentos em aprendizado, e ligadas a atividades de aquisição de conhecimento configuradas em processos educacionais e de treinamento.

Em referência à escassez de fontes apropriadas de financiamento, as novas linhas propostas pelo BNDES podem facilitar o acesso e auxiliar, já que permeiam toda a cadeia produtiva, no desenvolvimento de inovações na indústria de máquinas-ferramenta.

Fundamentalmente, é importante levantar novos questionamentos e avançar no debate, sem necessariamente responder de forma definitiva às perguntas inicialmente apontadas. O papel de difusor do progresso técnico dos fabricantes de máquinas-ferramenta existe, mas de uma forma que se reflete no próprio comportamento distinto das trajetórias tecnológicas setoriais observadas e comentadas anteriormente.

Por fim, é importante destacar que o trabalho apresentado possui fragilidades, mas tenta de uma maneira mais detalhada traçar um panorama do comportamento dos processos de inovação do segmento produtor de máquinas-ferramenta e compreender como isso se reflete em suas trajetórias tecnológicas.

Alguns pontos não foram devidamente avaliados, principalmente pela inexistência de dados da pesquisa que permitissem uma efetiva análise, como no caso das perspectivas que avaliam a penetração intersetorial da inovação. Alguns dados sobre emprego também não foram utilizados, devido à inconsistência de informações entre as fontes consultadas.

Do ponto de vista da pesquisa, a PINTEC já representou um grande avanço na construção de indicadores e mecanismos que possam avaliar os processos de inovação na indústria brasileira. Entretanto, como a pesquisa é realizada, em grande parte, com base em declarações, vulnerabilidades sempre existem.

A publicação de novas pesquisas, com a devida regularidade, permitirá a construção de um banco de dados cada vez mais aprimorado e a correção de eventuais fragilidades. Esses elementos certamente serão necessários e contribuirão fortemente caso se pretenda optar pela continuação deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERNATHY, W.J., UTTERBACK, J.M., 1978, “Patterns of Industrial Innovation”, *Technology Review*, v. 80, pp. 41-47.
- ABIMAQ, 2006, *Indicadores Conjunturais – Indústria de Máquinas-Ferramenta*, Junho.
- ABIMAQ, 2007a, *Câmaras Setoriais e Delegacias Regionais*. Disponível em: <<http://www.abimaq.org.br/>>. Acesso em 01 de março de 2007.
- ABIMAQ, 2007b, *Indicadores Conjunturais – Indústria de Máquinas e Equipamentos Mecânicos*, Abril.
- ARIFFIN, N, FIGUEIREDO, P.N., 2003, *Internacionalização de Competências Tecnológicas: Implicações para estratégias governamentais e empresariais de inovação e competitividade da indústria eletrônica no Brasil*, 1 ed., Rio de Janeiro, FGV.
- BELL, M., PAVITT, K., 1993, “Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries”, *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n. 2, pp. 157-210.
- BELL, M., ALBU, M., 1999, “Knowledge Systems and Technological Dynamism in Industrial Clusters in Developing Countries”, *World Development*, v. 27, n. 9, pp. 1715-1734.
- BNDES, 1988, “Questões relativas à competitividade da Indústria de Bens de Capital sob encomenda e Máquinas-Ferramenta”, *Estudos BNDES*, n. 08, Rio de Janeiro, BNDES.
- BNDES, 2007a, *Inovação*. Disponível em <www.bndes.gov.br/inovacao/default.asp>. Acesso em 04 de setembro de 2007.
- BNDES, 2007b, *Programas – Fundo Tecnológico (FUNTEC)*. Disponível em <www.bndes.gov.br/programas/outros/funtec.asp> .Acesso em 04 de setembro de 2007.
- BNDES, 2007c, *Apoio Financeiro*. Disponível em <<http://www.bndes.gov.br/linhas/linhas.asp>>. Acesso em 08 de setembro de 2007.
- BNDES, 2007d, *Credenciamento de Equipamentos: Programa de Credenciamento*. Disponível em <<http://www.bndes.gov.br/produtos/credenciamento/cadast.asp>>. Acesso em 08 de setembro de 2007.
- BNDES, 2007e, “A Indústria Brasileira de Máquinas-Ferramenta”, *Informe Setorial - AOI/DESCO*, n.1, julho, BNDES.

- BRESCHI, S., MALERBA, F., ORSENIGO, L., 2000, “Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation”, *The Economic Journal*, v. 110, n. 463, pp. 388-410.
- CAMPOS, B.C., 2005, *Padrões Setoriais de Inovação na Indústria Brasileira em 2000*, Dissertação de Mestrado, Centro de Estudos Sociais Aplicados/UFF, Niterói, RJ, Brasil.
- CARNEIRO, R., 2002, *Desenvolvimento em crise: a economia brasileira no último quarto do século XX*. 1 ed., São Paulo, Unesp, IE – Unicamp.
- CASTRO, A.B., PIRES DE SOUZA, F.E., 1985, *A economia brasileira em marcha forçada*. 1 ed., Rio de Janeiro, Paz e Terra.
- CHUDNOVSKY, D., ERBER, F.S., 1999, “Impacto del Mercosur sobre la dinamica del sector de maquinas y herramientas”, *Revista Integración y Comercio*, n. 7-8, pp. 213-255.
- COUTINHO, L., 1997, “A especialização regressiva: um balanço industrial pós-estabilização”. In: Velloso, R. (org), *Brasil: desafios de um país em transformação*, Fórum Nacional, José Olympio.
- ERBER, F.S., ARAÚJO JR., J.T., ALVES, S.F., et al., 1974. *Absorção e Criação de Tecnologia na Indústria de Bens de Capital*, 1 ed., Rio de Janeiro, FINEP.
- FELTRIN, L., 2002, *Inserção Produtiva Brasileira no comércio internacional de bens de capital (1991-2000): desempenho e perfil de especialização*, Dissertação de Mestrado, Mestre em Economia, IE/Unicamp, Campinas, SP, Brasil.
- FIGUEIREDO, P.N., 2002, “Learning processes features and technological capability – accumulation: explaining inter-firm differences”, *Technovation*, v. 22, pp. 685-698.
- FREEL, M.S., 2003, “Sectoral patterns of small firm innovation, networking and proximity”, *Research Policy*, v. 32, pp. 751-770.
- FREEMAN, C., 1995, “The ‘National System of Innovation’ in historical perspective”, *Cambridge Journal of Economics*, v. 19, pp. 5-24.
- IBGE, 2002, *Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica – PINTEC 2000*, Rio de Janeiro.
- IBGE, 2004, *Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE*, 2 ed., Rio de Janeiro.
- IBGE, 2005, *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC 2003*, Rio de Janeiro.
- IBGE, 2006a, *Pesquisa Industrial: Empresa – PIA 2004*, v. 23, n. 1, Rio de Janeiro.

- IBGE, 2006b, *Pesquisa Industrial Mensal Produção Física*. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/industria/pimpfbk/defaulttab.shtml>>. Acesso em 08 de outubro de 2006.
- LAPLANE, M.; SARTI, F., 1999, “Investimento Direto Estrangeiro e o Impacto na Balança Comercial nos anos 90”, *Texto para Discussão*, n. 629, Brasília, IPEA.
- MACULAN, A.M., 2005, “Capacitação tecnológica e inovação nas empresas brasileiras: balanço e perspectivas”, *Cadernos EBAPE.BR*, Edição Especial, pp. 1-18.
- MALERBA, F., 1992, “Learning by Firms and Incremental Technical Change”, *The Economic Journal*, v. 102, n. 413, pp. 845-859.
- MARQUES, I.C., 2002, *O Brasil e a abertura dos mercados: O Trabalho em Questão*, 2 ed., Rio de Janeiro, Contraponto.
- MCT, 2007. Decreto nº 5.906, de 26 de setembro de 2006. Dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de tecnologias da informação. Disponível em <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/39448.html>>. Acesso em 08 de setembro de 2007.
- MDIC, 2007, Negociações Internacionais: Tarifa Externa Comum. Disponível em <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/secex/negInternacionais/tec/apresentacao.php>>. Acesso em 08 de setembro de 2007.
- NAVEIRO, R.M., BORGES, M.M., 2003, “A utilização de ambientes virtuais na gestão do processo de desenvolvimento de produtos”. In: ABEPRO (org.), *Redes produtivas para o desenvolvimento regional*, 1 ed., Juiz de Fora, ABEPRO.
- NAVEIRO, R.M., 2005, “Setor de Máquinas e Equipamentos”, *Série Estudos Setoriais*, n. 3, Brasília, CNI/SENAI.
- OCDE, 1997, *Manual de Oslo: Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica*, Tradução: FINEP, 2004.
- PAVITT, K., 1984, “Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory”, *Research Policy*, v. 13, pp. 343-373.
- POSSAS, M.L., 2002, “Concorrência schumpeteriana”. In: Kupfer, D., Hasenclever, L. (orgs), *Economia Industrial: Fundamentos Teóricos e Práticas no Brasil*, 1 ed., capítulo 17, Rio de Janeiro, Campus.
- RESENDE, M., ANDERSON, P., 1999, “Mudanças estruturais na indústria brasileira de bens de capital”, *Texto para Discussão*, n. 658, Brasília, IPEA.

- ROMIJN, H., ALBALADEJO, M., 2002, “Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in southeast England”, *Research Policy*, v. 31, pp. 1053-1067.
- SILVEIRA, I., 2002, “O setor de bens de capital”. In: *BNDES 50 Anos: Histórias Setoriais*, São Paulo, BNDES.
- TAUILE, J.R., 2001, *Para (re) construir o Brasil contemporâneo: trabalho, tecnologia e acumulação*, 1 ed., Rio de Janeiro, Contraponto.
- TIDD, J., BESSANT, J., PAVITT, K., 1997, *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*, London, Wiley and Sons.
- TIGRE, P.B., 2006, *Gestão da Inovação: A Economia da Tecnologia no Brasil*, 1 ed., Rio de Janeiro, Elsevier.
- VERMULM, R., 1994, *Estratégias Empresariais no setor de Máquinas-Ferramenta no Brasil na década de 80*, Tese de Doutorado, Doutor em Economia, Departamento de Economia/USP, São Paulo, SP, Brasil.
- VERMULM, R., 2003, “A Indústria de Bens de Capital Seriadados”, CEPAL.
- VERMULM, R., ERBER, F., 2002, “Estudo da Competitividade de Cadeias Integradas no Brasil: impacto das zonas de livre comércio – Cadeia: Bens de Capital”, *Nota Técnica Final*, IE/NEIT/Unicamp.
- Von HIPPEL, E., TYRE, M.J., 1995, “How learning by doing is done: problem identification in novel process equipment”, *Research Policy*, v. 24, pp. 1-12

Anexo I – RELAÇÃO DAS CÂMARAS SETORIAIS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS⁷³

CSAG	Ar Comprimido e Gases
CSBM	Bombas e Moto bombas
CSCM	Equipamentos para Cimento e Mineração
CSEI	Equipamentos de Irrigação
CSEMP	Empilhadeiras
CSEN	Equipamentos Navais e de Offshore
CSFEI	Fornos e Estufas Industriais
CSFF	Fabricantes de Ferramentas
CSFM	Ferramentarias e Modelações
CSGIN	Equipamentos para Ginástica
CSHPA	Hidráulica, Pneumática e Automação Industrial.
CSMAIP	Máquinas e Acessórios para a Indústria de Plástico
CSMAT	Máquinas e Acessórios Têxteis
CSMEG	Máquinas e Equipamentos Gráficos
CSMEM	Máquinas e Equipamentos para Madeira
CSMF	Máquinas-Ferramenta
CSMIA	Máquinas e Implementos Agrícolas
CSMIAFRI	Alimentícia, Farmacêutica e Refrigeração.
CSMR	Máquinas Rodoviárias
CSPEP	Projetos e Equipamentos Pesados
CSQI	Máquinas e Equipamentos para Controle de Qualidade, Ensaio e Medição.
CSTM	Transmissão Mecânica
CSVI	Válvulas Industriais

⁷³ Ver ABIMAQ (2007a).

Anexo II – TARIFA EXTERNA COMUM (TEC) COM BASE NA NOMENCLATURA COMUM DO MERCOSUL (NCM) PARA O SEGMENTO DE MÁQUINAS-FERRAMENTA⁷⁴ (MDIC, 2007)

NCM	DESCRIÇÃO	ALÍQUOTA DO II (%)
84.56	Máquinas-ferramenta que trabalhem por eliminação de qualquer matéria, operando por "laser" ou por outro feixe de luz ou de fótons, por ultra-som, por eletroerosão, por processos eletroquímicos, por feixes de elétrons, por feixes iônicos ou por jato de plasma.	
8456.10	-Operando por "laser" ou por outros feixes de luz ou de fótons	
8456.10.1	De comando numérico	
8456.10.11	Para corte de chapas metálicas de espessura superior a 8mm	0BK ⁷⁵
8456.10.19	Outras	14BK
8456.10.90	Outras	14BK
8456.20	-Operando por ultra-som	
8456.20.10	De comando numérico	0BK
8456.20.90	Outras	0BK
8456.30	-Operando por eletroerosão	
8456.30.1	De comando numérico	
8456.30.11	Para texturizar superfícies cilíndricas	0BK
8456.30.19	Outras	14BK
8456.30.90	Outras	14BK
8456.90.00	-Outras	14BK
84.57	Centros de usinagem, máquinas de sistema monostático ("single station") e máquinas de estações múltiplas, para trabalhar metais.	
8457.10.00	-Centros de usinagem	14BK
8457.20	-Máquinas de sistema monostático ("single station")	
8457.20.10	De comando numérico	14BK
8457.20.90	Outras	14BK
8457.30	-Máquinas de estações múltiplas	
8457.30.10	De comando numérico	14BK
8457.30.90	Outras	14BK
84.58	Tornos (incluídos os centros de torneamento) para metais.	
8458.1	-Tornos horizontais:	
8458.11	--De comando numérico	
8458.11.10	Revólver	14BK
8458.11.9	Outros	
8458.11.91	De 6 ou mais fusos porta-peças	0BK
8458.11.99	Outros	14BK
8458.19	--Outros	
8458.19.10	Revólver	14BK
8458.19.90	Outros	14BK
8458.9	-Outros tornos:	
8458.91.00	--De comando numérico	14BK
8458.99.00	--Outros	14BK
84.59	Máquinas-ferramenta (incluídas as unidades com cabeça deslizante)	

⁷⁴ Posição da NCM em 01/01/2007, atualizada até a resolução da Câmara de Comércio Exterior - CAMEX nº 20, de 27/06/2007.

⁷⁵ Na Nomenclatura, a sigla BK identifica as mercadorias definidas como Bens de Capital.

	para furar, mandrilar, fresar ou roscar interior e exteriormente metais, por eliminação de matéria, exceto os tornos (incluídos os centros de torneamento) da posição 84.58.	
8459.10.00	-Unidades com cabeça deslizante	14BK
8459.2	-Outras máquinas para furar:	
8459.21	--De comando numérico	
8459.21.10	Radiais	14BK
8459.21.9	Outras	
8459.21.91	De mais de um cabeçote mono ou multifuso	14BK
8459.21.99	Outras	14BK
8459.29.00	--Outras	14BK
8459.3	-Outras mandriladoras-fresadoras:	
8459.31.00	--De comando numérico	14BK
8459.39.00	--Outras	14BK
8459.40.00	-Outras máquinas para mandrilar	14BK
8459.5	-Máquinas para fresar, de console:	
8459.51.00	--De comando numérico	14BK
8459.59.00	--Outras	14BK
8459.6	-Outras máquinas para fresar:	
8459.61.00	--De comando numérico	14BK
8459.69.00	--Outras	14BK
8459.70.00	-Outras máquinas para roscar interior ou exteriormente	14BK
84.60	Máquinas-ferramenta para rebarbar, afiar, amolar, retificar, brunir, polir ou realizar outras operações de acabamento em metais ou ceramais (“cermets”) por meio de mós, de abrasivos ou de produtos polidores, exceto as máquinas de cortar ou acabar engrenagens da posição 84.61.	
8460.1	-Máquinas para retificar superfícies planas, cujo posicionamento sobre qualquer dos eixos pode ser estabelecido com precisão de pelo menos 0,01mm:	
8460.11.00	--De comando numérico	14BK
8460.19.00	--Outras	14BK
8460.2	-Outras máquinas para retificar, cujo posicionamento sobre qualquer dos eixos pode ser estabelecido com precisão de pelo menos 0,01mm:	
8460.21.00	--De comando numérico	14BK
8460.29.00	--Outras	14BK
8460.3	-Máquinas para afiar:	
8460.31.00	--De comando numérico	14BK
8460.39.00	--Outras	14BK
8460.40	-Máquinas para brunir	
8460.40.1	De comando numérico	
8460.40.11	Brunidoras para cilindros de diâmetro inferior ou igual a 312mm	14BK
8460.40.19	Outras	14BK
8460.40.9	Outras	
8460.40.91	Brunidoras para cilindros de diâmetro inferior ou igual a 312mm	14BK
8460.40.99	Outras	14BK
8460.90	-Outras	
8460.90.1	De comando numérico	
8460.90.11	De polir, com cinco ou mais cabeças e porta -peças rotativo	0BK
8460.90.12	De esmerilhar, com duas ou mais cabeças e porta-peças rotativo	0BK
8460.90.19	Outras	14BK
8460.90.90	Outras	14BK
84.61	Máquinas-ferramenta para aplinar, plainas-limadoras, máquinas-ferramenta para escatelar, brochiar, cortar ou acabar engrenagens, serrar, seccionar e outras máquinas-ferramenta que trabalhem por eliminação de metal ou de ceramais (“cermets”), não especificadas nem	

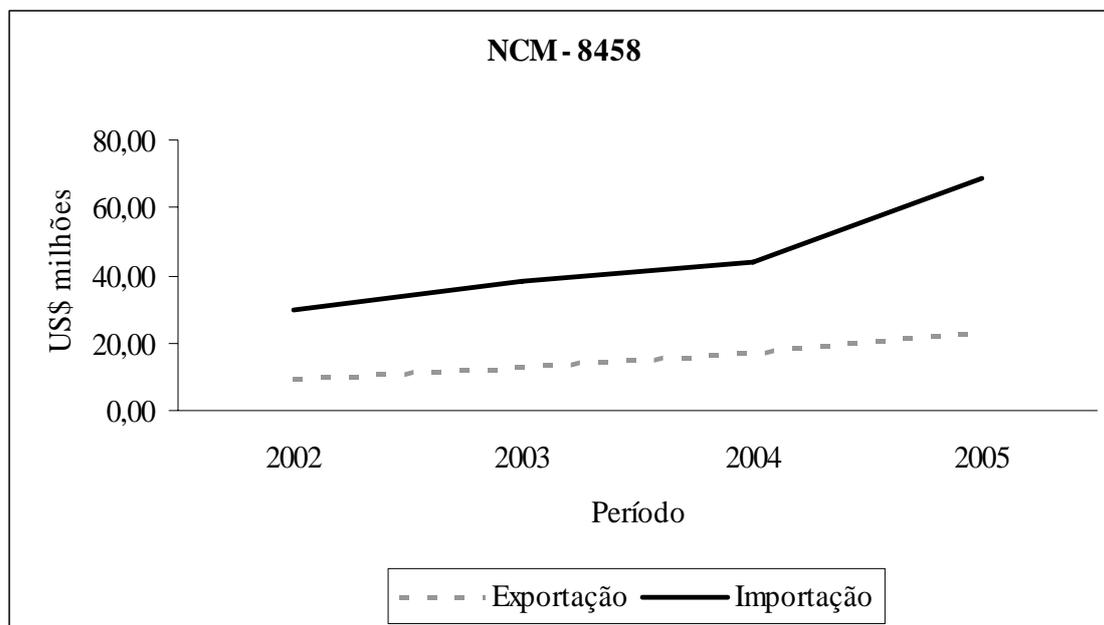
	compreendidas em outras posições.	
8461.20	-Plainas-limadoras e máquinas para escatelar	
8461.20.10	Para escatelar	14BK
8461.20.90	Outras	14BK
8461.30	-Máquinas para brochar	
8461.30.10	De comando numérico	14BK
8461.30.90	Outras	14BK
8461.40	-Máquinas para cortar ou acabar engrenagens	
8461.40.10	De comando numérico	0BK
8461.40.9	Outras	
8461.40.91	Redondeadoras de dentes	14BK
8461.40.99	Outras	14BK
8461.50	-Máquinas para serrar ou seccionar	
8461.50.10	De fitas sem fim	14BK
8461.50.20	Circulares	14BK
8461.50.90	Outras	14BK
8461.90	-Outras	
8461.90.10	De comando numérico	14BK
8461.90.90	Outras	14BK
84.62	Máquinas-ferramenta (incluídas as prensas) para forjar ou estampar, martelos, martelos-pilões e martinetes, para trabalhar metais; máquinas-ferramenta (incluídas as prensas) para enrolar, arquear, dobrar, endireitar, aplanar, cisalhar, puncionar ou chanfrar metais; prensas para trabalhar metais ou carbonetos metálicos, não especificadas acima.	
8462.10	-Máquinas (incluídas as prensas) para forjar ou estampar, martelos, martelos-pilões e martinetes	
8462.10.1	De comando numérico	
8462.10.11	Máquinas para estampar	14BK
8462.10.19	Outras	14BK
8462.10.90	Outras	14BK
8462.2	-Máquinas (incluídas as prensas) para enrolar, arquear, dobrar, endireitar ou aplanar:	
8462.21.00	--De comando numérico	14BK
8462.29.00	--Outras	14BK
8462.3	-Máquinas (incluídas as prensas) para cisalhar, exceto as máquinas combinadas de puncionar e cisalhar:	
8462.31.00	--De comando numérico	14BK
8462.39	--Outras	
8462.39.10	Tipo guilhotina	14BK
8462.39.90	Outras	14BK
8462.4	-Máquinas (incluídas as prensas) para puncionar ou para chanfrar, incluídas as máquinas combinadas de puncionar e cisalhar:	
8462.41.00	--De comando numérico	14BK
8462.49.00	--Outras	14BK
8462.9	-Outras:	
8462.91	--Prensas hidráulicas	
8462.91.1	De capacidade igual ou inferior a 35.000kN	
8462.91.11	Para moldagem de pós metálicos por sinterização	14BK
8462.91.19	Outras	14BK
8462.91.9	Outras	
8462.91.91	Para moldagem de pós metálicos por sinterização	14BK
8462.91.99	Outros	14BK
8462.99	--Outras	
8462.99.10	Prensas para moldagem de pós metálicos por sinterização	14BK
8462.99.20	Prensas para extrusão	14BK
8462.99.90	Outras	14BK

84.63	Outras máquinas-ferramentas para trabalhar metais ou ceramais (“cermets”), que trabalhem sem eliminação de matéria.	
8463.10	-Bancas para estirar barras, tubos, perfis, fios ou semelhantes	
8463.10.10	Para estirar tubos	14BK
8463.10.90	Outros	14BK
8463.20	-Máquinas para fazer roscas internas ou externas por laminagem	
8463.20.10	De comando numérico	14BK
8463.20.9	Outras	
8463.20.91	De pente plano, com capacidade de produção superior ou igual a 160 unidades por minuto, de diâmetro de rosca compreendido entre 3mm e 10mm	0BK
8463.20.99	Outras	14BK
8463.30.00	-Máquinas para trabalhar arames e fios de metal	14BK
8463.90	-Outras	
8463.90.10	De comando numérico	14BK
8463.90.90	Outras	14BK
84.64	Máquinas-ferramenta para trabalhar pedra, produtos cerâmicos, concreto, fibrocimento ou matérias minerais semelhantes, ou para o trabalho a frio do vidro.	
8464.10.00	-Máquinas para serrar	14BK
8464.20	-Máquinas para esmerilar ou polir	
8464.20.10	Para vidro	14BK
8464.20.2	Para cerâmica	
8464.20.21	De polir placas, para pavimentação ou revestimento, com oito ou mais cabeças	0BK
8464.20.29	Outras	14BK
8464.20.90	Outras	14BK
8464.90	-Outras	
8464.90.1	Para vidro	
8464.90.11	De comando numérico, para retificar, fresar e perfurar	0BK
8464.90.19	Outras	14BK
8464.90.90	Outras	14BK
84.65	Máquinas-ferramenta (incluídas as máquinas para pregar, grampear, colar ou reunir por qualquer outro modo) para trabalhar madeira, cortiça, osso, borracha endurecida, plásticos duros ou matérias duras semelhantes.	
8465.10.00	-Máquinas-ferramentas capazes de efetuar diferentes tipos de operações sem troca de ferramentas	14BK
8465.9	-Outras:	
8465.91	--Máquinas de serrar	
8465.91.10	De fita sem fim	14BK
8465.91.20	Circulares	14BK
8465.91.90	Outras	14BK
8465.92	--Máquinas para desbastar ou aplinar; máquinas para fresar ou moldurar	
8465.92.1	De comando numérico	
8465.92.11	Fresadoras	14BK
8465.92.19	Outras	14BK
8465.92.90	Outras	14BK
8465.93	--Máquinas para esmerilar, lixar ou polir	
8465.93.10	Lixadeiras	14BK
8465.93.90	Outras	14BK
8465.94.00	--Máquinas para arquear ou para reunir	14BK
8465.95	--Máquinas para furar ou escatelar	
8465.95.1	De comando numérico	
8465.95.11	Para furar	14BK

8465.95.12	Para escatelar	14BK
8465.95.9	Outras	
8465.95.91	Para furar	14BK
8465.95.92	Para escatelar	14BK
8465.96.00	--Máquinas para fender, seccionar ou desenrolar	14BK
8465.99.00	--Outras	14BK
84.66	Partes e acessórios reconhecíveis como exclusiva ou principalmente destinados às máquinas das posições 84.56 a 84.65, incluídos os porta-peças e porta-ferramentas, as feiras de abertura automática, os dispositivos divisores e outros dispositivos especiais, para máquinas-ferramenta; porta-ferramentas para ferramentas manuais de todos os tipos.	
8466.10.00	-Porta-ferramentas e feiras de abertura automática	14BK
8466.20	-Porta-peças	
8466.20.10	Para tornos	14BK
8466.20.90	Outros	14BK
8466.30.00	-Dispositivos divisores e outros dispositivos especiais, para máquinas-ferramenta	14BK
8466.9	-Outros:	
8466.91.00	--Para máquinas da posição 84.64	14BK
8466.92.00	--Para máquinas da posição 84.65	14BK
8466.93	--Para máquinas das posições 84.56 a 84.61	
8466.93.1	Para máquinas da posição 84.56	
8466.93.11	Para máquinas da subposição 8456.20	0BK
8466.93.19	Outras	14BK
8466.93.20	Para máquinas da posição 84.57	14BK
8466.93.30	Para máquinas da posição 84.58	14BK
8466.93.40	Para máquinas da posição 84.59	14BK
8466.93.50	Para máquinas da posição 84.60	14BK
8466.93.60	Para máquinas da posição 84.61	14BK
8466.94	--Para máquinas das posições 84.62 ou 84.63	
8466.94.10	Para máquinas da subposição 8462.10	14BK
8466.94.20	Para máquinas das subposições 8462.21 ou 8462.29	14BK
8466.94.30	Para prensas para extrusão	14BK
8466.94.90	Outras	14BK

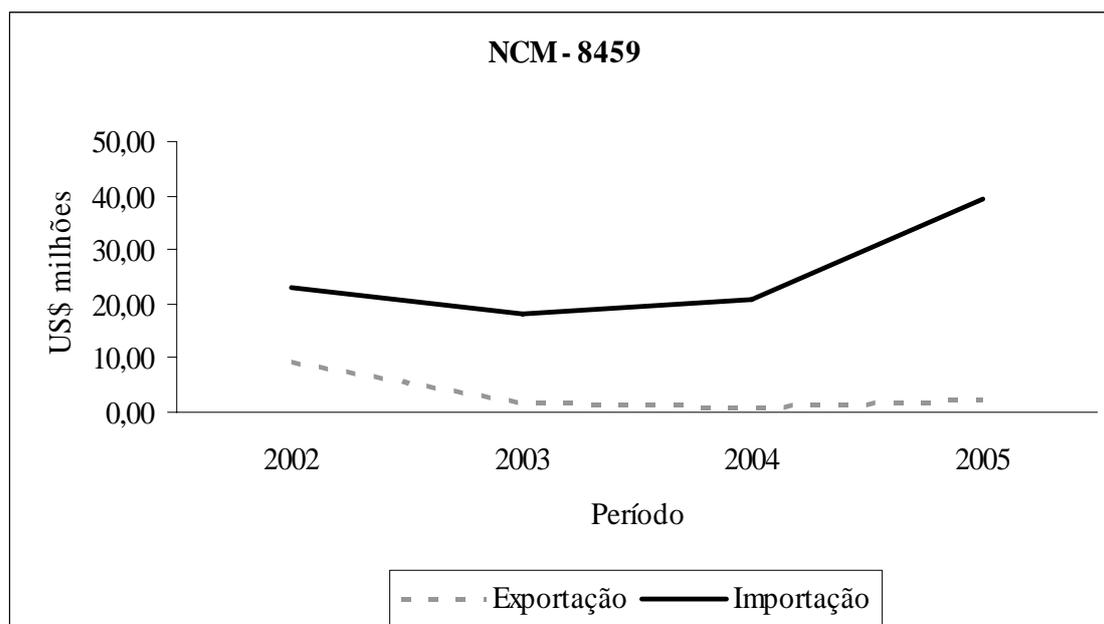
Anexo III – EXPORTAÇÃO X IMPORTAÇÃO DAS MÁQUINAS-FERRAMENTAS SEPARADAS POR NCM (2002 – 2005)

Exportação x Importação das máquinas-ferramenta enquadradas na NCM – 8458
em US\$ milhões (2002 – 2005)



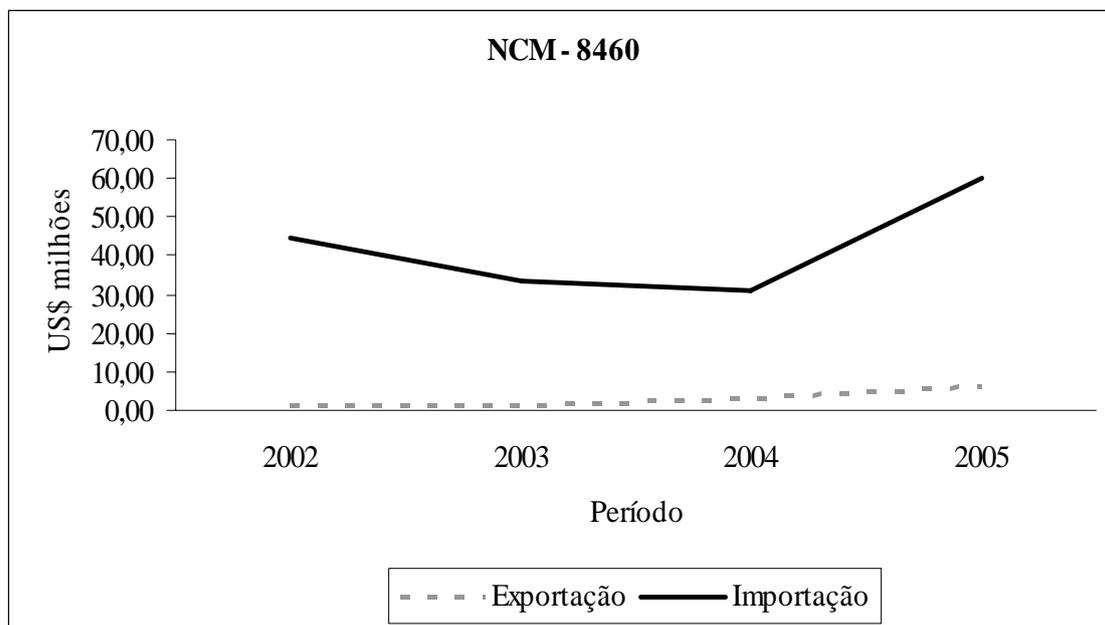
Fonte: Elaboração própria com os dados da ABIMAQ (2007)

Exportação x Importação das máquinas-ferramenta enquadradas na NCM – 8459 em US\$ milhões (2002 – 2005)



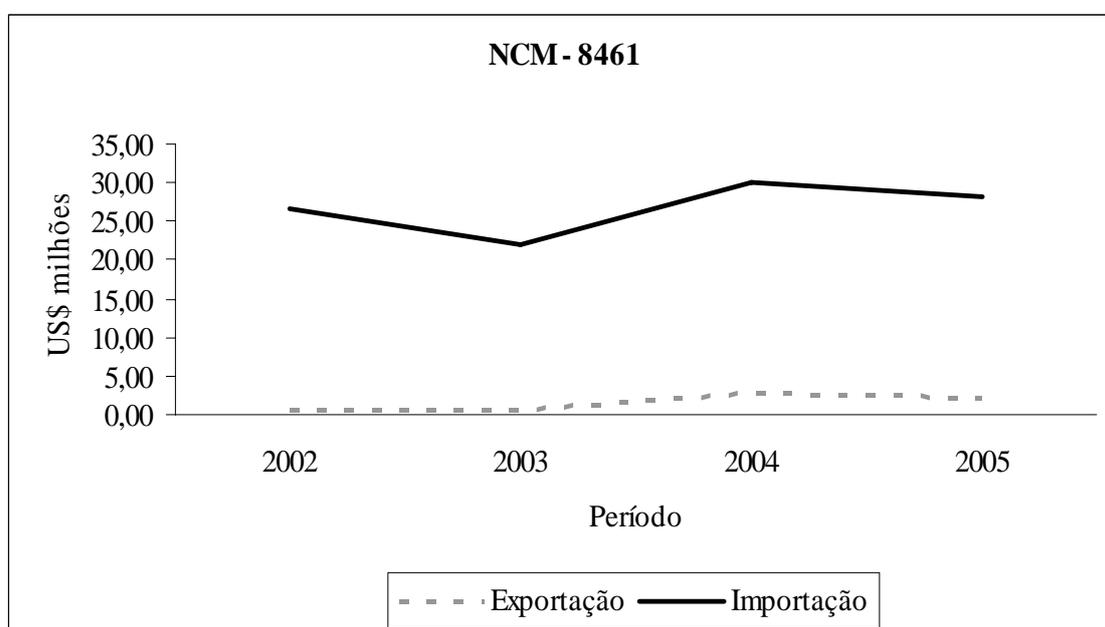
Fonte: Elaboração própria com os dados da ABIMAQ (2007)

Exportação x Importação das máquinas-ferramenta enquadradas na NCM – 8460 em US\$ milhões (2002 – 2005)



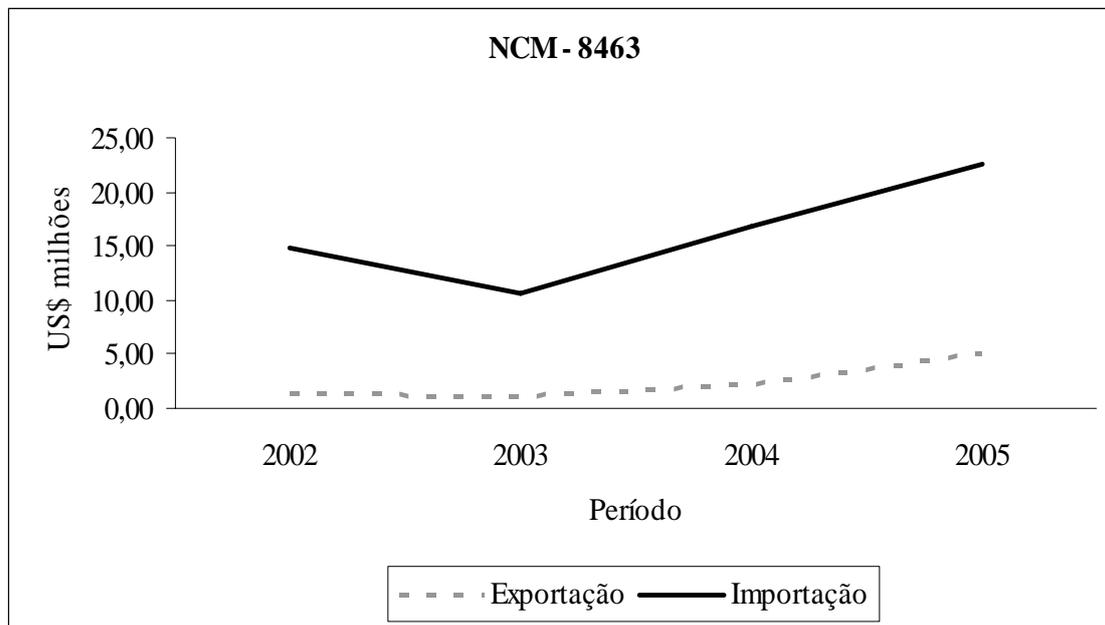
Fonte: Elaboração própria com os dados da ABIMAQ (2007)

Exportação x Importação das máquinas-ferramenta enquadradas na NCM – 8461 em US\$ milhões (2002 – 2005)



Fonte: Elaboração própria com os dados da ABIMAQ (2007)

Exportação x Importação das máquinas-ferramenta enquadradas na NCM – 8463 em US\$ milhões (2002 – 2005)



Fonte: Elaboração própria com os dados da ABIMAQ (2007)