



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA**

Marcela de Oliveira Mazzoni

**A REESTRUTURAÇÃO RECENTE DA INDÚSTRIA BRASILEIRA E SEUS EFEITOS
SOBRE A CONTRATAÇÃO DE ENGENHEIROS**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências como
parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre
Política Científica e Tecnológica

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Robles. Reis. de Queiroz

CAMPINAS - SÃO PAULO

Fevereiro – 2010

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca do Instituto de Geociências/UNICAMP

Mazzoni, Marcela de Oliveira.

M459r A reestruturação recente da indústria brasileira e seus efeitos sobre a contratação de engenheiros / Marcela de Oliveira Mazzoni--
Campinas,SP.: [s.n.], 2010.

Orientador: Sergio Robles Reis de Queiroz, Flávia Luciane Consoni.
Tese (doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de
Geociências.

1. Mercado de trabalho. 2. Política industrial. 3. Engenheiros
industriais. 4. Pesquisa e desenvolvimento. I. Queiroz, Sérgio R. R. de.
II. Consoni, Flavia Luciane. III. Universidade Estadual de Campinas,
Instituto de Geociências. IV. Título.

Título em inglês Recent industry restructuring in Brazil and its effects on employment of engineering.

.Keywords: - Labor market;
- Industrial policy;
- Industrial engineers;
- Research and development.

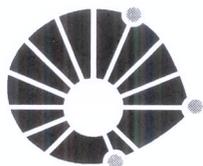
Área de concentração:

Titulação: Mestre em Política Científica e Tecnológica.

Banca examinadora: - Sérgio Robles Reis de Queiroz;
-Leda Maria Caira Gitahy
- Luis Paulo Bresciani.

Data da defesa: 26/02/2010

Programa de Pós-graduação em PC&T – Política Científica e Tecnológica



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

AUTORA: Marcela de Oliveira Mazzoni

“A reestruturação recente da indústria brasileira e seus efeitos sobre a contratação de engenheiros”

ORIENTADOR: Prof. Dr. Sérgio Robles Reis de Queiroz

CO- ORIENTADORA: Profa. Dra. Flávia Luciane Consoni

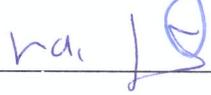
Aprovada em: 26 / 02 / 2010

EXAMINADORES:

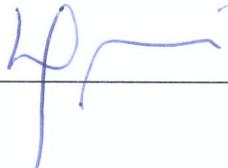
Prof. Dr. Sérgio Robles Reis de Queiroz


_____- Presidente

Profa. Dra. Leda Maria Caira Gitahy



Prof. Dr. Luis Paulo Bresciani



Campinas, 26 de fevereiro de 2010

Agradecimentos

É mais uma etapa se completa. Apesar de a presente dissertação ser um resultado individual de minhas reflexões, é preciso agradecer aos colaboradores que direta ou indiretamente me ajudaram neste trabalho.

Primeiramente, agradeço meus pais e minhas irmãs, pelo apoio e compreensão ao longo de todo o trabalho.

Ao Professor Sérgio Queiroz por (tentar) me ensinar a pensar em melhores perguntas antes de buscar as respostas.

À Professora Flávia Consoni por todas as reuniões, revisões de textos, conselhos, paciência e amizade.

Aos Professores Leda Gitahy e João Fernando Oliveira pelos comentários em minha banca de qualificação. Um agradecimento especial a Professora Leda pela grande ajuda na construção deste trabalho.

À Professora Solange Corder pelo auxílio à minha formação profissional e pessoal durante as reuniões e as aulas do Programa de Estágio Docente.

Às competentes, gentis e queridas Valdirene, Edinalva e Gorete (Secretaria de Pós-Graduação do IG) pela ajuda plena e benevolente.

A todos os professores, alunos e colaboradores do Grupo de Estudos em Economia Industrial (GEEIN) da Unesp de Araraquara por me despertarem o interesse pela pesquisa

À Edilaine Camillo e à Hérica Righi por abrirem suas casas, iluminarem minhas ideias e me ajudarem em tantos momentos de indefinição. Vocês são incríveis, meninas!

À Camila Zeitoum e Dayana Nogueira que também abriram a casa para me recepcionar sempre com muito carinho, madrugada a dentro, sempre com conversas e risadas.

À Carolina Rio pelas inúmeras boas conversas na salinha, na porta do instituto, no almoço e nos momentos de cafés ao longo do dia; e pela imensurável ajuda na resolução do capítulo 1.

Aos amigos de sala e de DPCT, que compartilharam comigo tantos bons momentos: Alessandro Piolli, Edinalva Feliz, Eduardo Urias, Márcia Tait, Marconi Albuquerque, Rafael Bennertz, Lia Bonadio, Charles Bonani, Maiko Rafael Spiess, Thays Murakami, Vanderléia Radaelli Sônia Tilkian.

Ao Zeca Ruas pela ajuda e conversas na resolução dos dilemas deste trabalho.

Aos queridos amigos Erika Lourenço Ruas, Daiane Alcântara, Jefferson Galetti, companheiros para todas as horas!!!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro desta pesquisa.

*“A coisa não está nem na partida nem na chegada. Está na travessia”
(Guimarães Rosa)*

SUMÁRIO

Lista de Tabelas e gráficos.....	xi
Resumo	xiii
Abstract	xiv
Introdução.....	1
Capítulo 1 – Engenharia e desenvolvimento econômico.....	11
1.1. A relação entre crescimento econômico e a participação da engenharia.....	11
1.1.1. A engenharia nos laboratórios industriais nos Estados Unidos	15
1.2. Os engenheiros no processo de desenvolvimento econômico: uma comparação entre o Brasil e os Estados Unidos	19
1.3. Principais conclusões do capítulo.....	24
Capítulo 2 – Mudanças na economia e na indústria de transformação brasileira: o contexto para a participação dos engenheiros	25
2.1. A relação histórica da engenharia e dos engenheiros na indústria brasileira: do Império ao final da década de 1970	26
2.1.1. A fase pré-industrialização	26
2.1.2. A formação da indústria pelo modelo de substituição de importações	29
2.2. Novos tempos para a indústria de transformação brasileira: a reestruturação produtiva e organizacional e a demanda por profissionais qualificados	38
2.2.1. A década de 1990 e a reestruturação da indústria de transformação	44
2.3. Principais conclusões do capítulo.....	52
Capítulo 3 – A engenharia na indústria de transformação brasileira após a reestruturação industrial	55
3.1. A Base de dados RAIS e a delimitação do mercado de trabalho de engenheiros	56
3.2. Considerações a respeito do período entre 1994 até 2006.....	60
3.3. Participação da engenharia no emprego formal.....	62
3.4. A importância da indústria de transformação no emprego total da engenharia	66
3.5. Participação da Engenharia no emprego da indústria de transformação	70
3.5.1. Emprego de engenheiros por setores da Indústria da Transformação	72
3.6. Principais conclusões do capítulo.....	80
Capítulo 4 – A participação da engenharia nas atividades de P&D da indústria de transformação	83
4.1. Base de dados: a PINTEC.....	83

4.2. A Intensidade Tecnológica da Indústria de transformação.....	85
4.3. Intensificação da Engenharia no P&D.....	94
4.4. Principais conclusões do capítulo.....	100
Conclusão	103
Bibliografia	109
Anexo	115

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1.1 – Emprego total, da economia e do número de engenheiros, para Estados Unidos e Brasil, em 2006	19
Tabela 1.2 – Participação dos engenheiros no emprego total da indústria Manufatureira e na indústria de Serviços Profissional, Científico e Técnico dos Estados Unidos e Brasil, em 2006 (em %).....	20
Tabela 1.3 – Emprego total na indústria manufatureira e participação do número de engenheiros, para os Estados Unidos e Brasil, em 2006	21
Tabela 1.4 – Participação dos vínculos de engenharia no emprego da indústria manufatureira dos Estados Unidos e Brasil, em 2006 (em %).....	22
Tabela 1.5 – Intensidade de P&D para Estados Unidos e Brasil, em 2005 (em %).....	23
Tabela 2.1 - Taxas anuais de crescimento real do PIB e do valor adicionado pela indústria da transformação na década de 1990 (em %). Saldo da Balança comercial (em US\$ bilhões).....	48
Tabela 3.1 - Taxas anuais de crescimento real do PIB e do valor adicionado pela indústria da transformação entre 1994 e 2006 (em %). Saldo da Balança comercial (em US\$ bilhões).....	60
Tabela 3.2 - Distribuição do emprego total e de engenheiros no mercado de trabalho brasileiro, por ano (1994 a 2006)	63
Tabela 3.3 – Distribuição dos Engenheiros por setores econômicos no Brasil em 1994 e 2006..	67
Tabela 3.4 – Vínculos laborais para engenheiros no Brasil e na indústria de transformação (1994 a 2006).....	69
Tabela 3.5 – Distribuição do emprego total e de engenheiros na indústria da transformação (1994 a 2006).....	70
Tabela 3.6 – Média das remunerações para os profissionais de engenharia no emprego total e na indústria da transformação por ano (em Reais, 1994 a 2006).....	72
Tabela 3.7 – Vínculos laborais de engenharia na indústria de transformação (1994 e 2006).....	73
Tabela 3.8 – Participação dos setores da Indústria no emprego de engenheiros, em %	75
Tabela 3.9 – Participação da engenharia em relação ao total de empregados, em % (1994 e 2006).....	77
Tabela 3.10 – Média das remunerações para os vínculos de engenharia (em Reais) e crescimento do período (em %) (1994 e 2006)	79
Tabela 4.1 – Participação dos setores nos gastos totais em atividades inovativas por parte da indústria de transformação (em %)	88

Tabela 4.2 – Gastos em atividades inovativas da indústria, receita das vendas da indústria e intensidade tecnológica	88
Tabela 4.3 – Proporção dos gastos em relação à receita das vendas na indústria de transformação, por setor (em %)	90
Tabela 4.4 – Gastos em atividades internas de P&D em relação à receita das vendas na indústria de transformação, por setor (em %)	92
Tabela 4.5 – Gastos em atividades internas de P&D em relação aos gastos em atividades inovativas, por setor (em %)	94
Tabela 4.6 – Número de profissionais em atividades internas de P&D por setor	96
Tabela 4.7 – Número de profissionais em atividades internas de P&D e crescimento entre 2000 e 2005, por setor.....	97
Tabela 4.8 – Número de engenheiros em atividades internas de P&D e participação no total de profissionais em P&D, por setor	98
Tabela A.1 – Receita Líquida de vendas, por setor (em R\$ mil)	115
Tabela A.2 – Gastos totais em atividades tecnológicas, por setor (em R\$ mil).....	116
Tabela A.3 – Gastos em atividade internas de P&D, por setor (em R\$ mil)	117
Gráfico 3.1 – Representação dos vínculos de engenharia no emprego formal, em % (1994 a 2006).....	63
Gráfico 3.2 – Média da remuneração dos engenheiros com vínculo formal de trabalho, em reais	66



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica**

**A REESTRUTURAÇÃO RECENTE DA INDÚSTRIA BRASILEIRA E SEUS EFEITOS
SOBRE A CONTRATAÇÃO DE ENGENHEIROS**

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Marcela de Oliveira Mazzoni

O presente trabalho tem por objetivo investigar se a participação dos engenheiros no emprego formal da indústria de transformação brasileira cresceu após as mudanças no ambiente econômico e a reestruturação industrial a partir do Plano Real, em 1994. Para isto, o trabalho se desenvolve em torno de duas perguntas. A primeira busca averiguar se estas mudanças na economia e na indústria teriam alterado as estruturas do emprego de tal forma que a retomada da aceleração econômica, como vem acontecendo a partir de 2003, estaria provocando uma elevação na demanda por profissionais em ritmo maior do que sua oferta no mercado de trabalho. A segunda pergunta analisa se a nova estrutura do emprego esteve ligada ao maior envolvimento destes profissionais com as atividades inovativas por parte da indústria de transformação brasileira. Para a investigação das mudanças na estrutura do emprego de engenheiros foram coletadas informações na base de dados do Ministério do Trabalho e Emprego, a RAIS (Relação Anual de Informações Sociais), no período 1994/2006. Para o estudo do componente tecnológico do mercado de trabalho para a engenharia tem-se como fonte de dados as três edições da Pintec (Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica), do IBGE, para os anos de 2000, 2003 e 2005. As análises em três diferentes níveis da economia – no agregado da economia, na média da indústria de transformação e em nível setorial – apontam que as alterações no ambiente econômico e industrial não resultaram em mudanças no sentido de uma estrutura laboral com maior proporção de engenheiros no Brasil, o que afasta a possibilidade de restrição na disponibilidade destes profissionais no mercado de trabalho formal no curto prazo. Com relação ao desenvolvimento de atividades inovativas, os dados do desempenho tecnológico do Brasil mostraram que as reformas realizadas pela indústria não aumentaram as atividades tecnológicas; ao contrário, nota-se uma ligeira redução na participação dos engenheiros em sua realização.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica

**RECENT INDUSTRY RESTRUCTURING IN BRAZIL AND ITS EFFECTS ON
EMPLOYMENT OF ENGINEERS**

ABSTRACT
Master Dissertation

Marcela de Oliveira Mazzoni

This study aims to investigate whether the participation of engineers in formal employment in the Brazilian manufacturing industry grew after the changes in the economic and industrial restructuring since the Real Plan, in 1994. The analysis investigates two questions. The first one intend to establish whether these changes in economy and industry have changed employment structures so that the resumption of economic acceleration, as has been happening since 2003, could be causing a rise in demand for professionals at a higher rate than their supply in the labor market. Then, the second question investigates whether the new structure of employment was linked to greater involvement of professionals with innovative activities by the Brazilian industry. For the investigation of structural changes in employment of engineers, information was collected in the database of the Ministry of Labor and Employment, the RAIS (Annual Social Information Report) in the period 1994/2006. To study of technological component of the labor market for engineering has been a source of data the three issues Pintec (Industrial Research on Technological Innovation) of IBGE, for the years 2000, 2003 and 2005. The analysis on three different levels of the economy - the aggregate economy, the average manufacturing industry and sectoral level - revealed that changes in the economic environment and industry did not result in changes to structure a system with a higher proportion of engineers in Brazil, which rules out the possibility of limiting the availability of these professionals in the formal labor market in the short term. Regarding the development of innovative activities, performance data technology in Brazil showed that the reforms implemented by the industry did not increase the technological activities, in opposite, there is a slight reduction in the participation of engineers in its realization.

INTRODUÇÃO

As atividades de ciência e de tecnologia são elementos importantes na determinação do desempenho econômico dos países. É através da capacidade de inovação e criação de conhecimento advindo dessas atividades que se espera que, no longo prazo, sejam gerados empregos e renda adicionais através do aumento de produtividade da economia. Tendo em vista os resultados positivos dos esforços tecnológicos sobre a economia, os países que conseguem desenvolver e gerenciar seus ativos de conhecimento apresentam um melhor desempenho em termos de desenvolvimento sócio-econômico¹ (Manual de Oslo, 2006).

Esses ativos relacionados à economia do conhecimento são compostos por diferentes elementos, entre eles a mão-de-obra qualificada. Cientistas e engenheiros são recursos fundamentais para a inovação e para a geração e difusão do conhecimento por toda economia, como afirma a literatura ligada ao estudo do desenvolvimento ao mostrar que a combinação entre empenho científico e tecnológico e recursos humanos desempenha um papel crucial no progresso tecnológico e no crescimento econômico, social e no bem-estar geral (Manual de Canberra, 1995). Dada essa importância, a investigação e mensuração a respeito do desempenho tecnológico de um país passam por indicadores que determinam a participação desses profissionais na economia. Mas para mensurar essa força de trabalho em ciência e tecnologia, que envolve um conjunto de qualidades específicas, é preciso definir claramente quem são esses profissionais.

As qualificações que habilitam os recursos humanos a atuarem em atividades tecnológicas podem ser de diferentes áreas do conhecimento. Segundo o Manual de Canberra (1995), a mão-de-obra em ciência e tecnologia é formada por pessoas com graduação em nível superior, somado com os pós-graduados em áreas de estudo relacionadas aos campos de estudo de C&T. Mais especificamente, a definição dos campos de estudo da ciência que qualificam mão-de-obra é feita a partir de uma visão ampla do que é ciência², na qual estão incluídas as ciências

1 Como ilustração, Mowery e Rosemberg (1998) apresentam como o crescimento na variedade de bens – e não o crescimento na quantidade de bens – foi o responsável pelo crescimento da economia americana na primeira metade do século XX.

2 O Manual de Canberra (1995) aponta diferentes escopos para o entendimento do conceito de ciência. A primeira, mais ampla, apresenta a ciência como um conceito amplo, no entendimento de que é a produção de conhecimento. Num sentido mais restrito, a ciência é encarada como campos específicos do conhecimento, como

naturais, médica, agrícola, sociais e humanas, além da engenharia. Já a tecnologia é encarada como a aplicação prática do conhecimento gerado por essas áreas da ciência. É dessa forma que a participação dos profissionais de engenharia tem seu papel reservado nas atividades tecnológicas. Enquanto os cientistas se preocupam com a explicação de fenômenos naturais, os engenheiros estão empenhados em construir, criar, manter e desenvolver coisas que ainda não existem na natureza para satisfazer as necessidades e desejos humanos (Burus, 2006).

De maneira mais específica, o conhecimento do engenheiro é importante no processo de desenvolvimento dentro de uma empresa por possuir a capacidade de desenvolver novos produtos, softwares e design e de pensar na parte prática e no uso do conhecimento científico (Stokes, 1997). Seu objetivo é pensar em como a empresa pode utilizar seus recursos e a tecnologia disponível sempre de modo mais eficiente possível ao mesmo tempo em que busca novas fontes de ganhos e melhorias. Eles também são profissionais com capacidade de gerenciar projetos de melhorias dos processos de produção, planejar e implementar infra-estrutura, aconselhar em questões técnicas por conta do aprendizado adquirido ao longo da sua formação. Ademais, são capazes de elaborar desenhos e fabricar protótipos, realizar testes e auferir qualidade de produtos (McIver Consulting, 2003). Enfim, os engenheiros possuem um conhecimento técnico de alto nível, aplicável em setores industriais diversos. Inclusive, é por conta dessas especificidades que o número de engenheiros em departamentos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) das empresas é tido como um indicador internacional de empenho tecnológico e inovação (Manual de Canberra, 1995).

No Brasil, a relevância dos profissionais de engenharia foi auferida pela pesquisa do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea), realizada em novembro de 2007 para a formulação estratégica do sistema Confea 2008/2010, que investigou a relevância dos profissionais com a qualificação de engenheiros para o Brasil³ (Confea, 2007). O objetivo dessa pesquisa foi conhecer a percepção e as demandas do setor industrial nacional a respeito das novas tecnologias para a orientação na renovação dos cursos de engenharia e na formação de novos profissionais. Quando as empresas foram questionadas a respeito da previsão de

matemática, física ou ciências naturais. A definição escolhida pelo Manual é a ampla, mas com um foco maior em algumas disciplinas específicas.

3 Para a execução da pesquisa, foram feitas 1.190 entrevistas com empresas da indústria da transformação distribuídas em dois grupos: 1.010 entrevistas realizadas com os setores mais representativos da atividade de engenharia e outras 180 entrevistas com empresas que não empregam engenheiros/tecnólogos.

contratação de engenheiros para os próximos anos, 23% indicaram tendência de grande crescimento, e 41% indicaram crescimento⁴. Já para 33% das empresas, o ritmo de contratação de engenheiros não se alteraria e ficaria no mesmo nível.

A mesma pesquisa ainda utiliza as informações da Sondagem Especial da CNI, realizada em setembro de 2007. O trabalho da CNI não aborda nenhuma área específica do conhecimento, nem especifica as habilidades investigadas, mas busca definir junto às empresas quais são as dificuldades na contratação de mão-de-obra qualificada por parte da indústria. Para 56% das empresas industriais consultadas a falta de mão-de-obra qualificada é um problema para suas empresas. Quando questionadas a respeito das áreas prejudicadas pela carência de profissionais qualificados, as empresas ainda afirmaram que a área mais afetada é a produção, com 68% das respostas. Em segundo lugar estão as atividades de P&D, que são prejudicadas para 11% das empresas consultadas. Quando as respostas das empresas são divididas de acordo com porte, as grandes empresas vêm suas atividades tecnológicas ainda mais prejudicadas pela restrição de mão-de-obra qualificada, já que para elas o efeito sobre a área de P&D é representativo em 15% das empresas consultadas.

Cabe ainda apresentar mais uma evidência da importância da engenharia na produção industrial. No objetivo de contribuir para a formulação de políticas públicas capazes de alavancar investimentos tecnológicos de filiais brasileiras de multinacionais (EMNs), o estudo desenvolvido por Queiroz *et al* (2008)⁵ questionou as empresas acerca de quais seriam os fatores que tornavam o Brasil atrativo em termos tecnológicos e receptor desses recursos. A relevância da mão-de-obra apareceu com grande centralidade nas respostas dos entrevistados em dois momentos. O primeiro está na importância desse fator como determinante da decisão das atividades tecnológicas no Brasil – essa característica foi o motivo citado por 60% dos entrevistados. Além disso, o segundo momento seria o destaque dado pelos entrevistados à qualidade e a capacidade dos profissionais brasileiros com custo competitivo, principalmente quando comparados com a relação custo-benefício da mão-de-obra chinesa e indiana. Dentre as principais qualificações para a execução dessas atividades tecnológicas, a predominância ficou a

4 O relatório do Confea disponível para consulta não determina qual foi a metodologia utilizada na pesquisa para estabelecer a diferença entre as alternativas “grande crescimento” e “crescimento” no questionário.

5 O Projeto, coordenado pelo Prof. Dr. Sérgio Queiróz (DPCT/ Unicamp) e conduzido no período 2004 a 2008, contou com recursos da Fapesp (no âmbito Políticas Públicas) e da FINEP, tendo envolvido pesquisadores e professores de três universidades paulistas distintas, a saber, UNICAMP, USP e UNESP.

cargo das especialidades de engenharia – seis no total, a saber: mecânica, elétrica, materiais, química, software e eletrônica, conforme ordem de importância citada⁶.

Com essas informações, é possível afirmar que a mão-de-obra qualificada se apresenta como um elemento fundamental na competitividade nacional por atividades de maior intensidade tecnológica, com destaque para o conhecimento técnico da área de engenharia nas atividades da indústria de transformação. Entretanto, a retomada do crescimento da economia brasileira iniciado em 2003 deu indicativos de um possível cenário de entrave para o crescimento econômico brasileiro, com ameaças ligadas à restrição na oferta de mão-de-obra qualificada – o que pode refletir sobre o desempenho industrial. O debate sugeria uma aparente superação do ritmo de crescimento da demanda por profissionais qualificados, especialmente com a formação na área das engenharias, em relação ao número disponível para contratação no mercado de trabalho (CNI, 2006).

O reconhecimento nas pesquisas citadas do papel do engenheiro como um dos realizadores de atividades tecnológicas no Brasil reafirma o que é apontado pela literatura que trata da importância dos recursos humanos para P&D e para o desenvolvimento. Estes elementos sinalizam a necessidade de compreensão de como está estruturado o mercado de trabalho para a engenharia na indústria de transformação. A perspectiva de um possível cenário de restrição na disponibilidade dessa categoria específica de mão-de-obra qualificada para realizar a expansão produtiva e executar atividades ligadas às áreas de P&D pode ser um problema no curto prazo em função da velocidade da demanda por profissionais de engenharia por parte das firmas.

Dada as características atribuídas à engenharia no processo de desenvolvimento e a indicação de aceleração no ritmo de contratação desses profissionais pela indústria de transformação brasileira nos próximos anos, o objetivo desse trabalho é investigar se a participação dos profissionais de engenharia no emprego total da indústria da transformação cresceu em decorrência das mudanças pelas quais passou a economia e a conseqüente reestruturação industrial brasileira, em meados da década de 1990.

6 Cabe a ressalva de que a distribuição setorial das empresas que compunham a amostra das entrevistas foi de: oito empresas do setor de veículos e peças, oito empresas de TIC/Semicondutores, sete de química, seis do setor farmacêutico, quatro metalúrgicas, três do setor de alimentos, três empresas de Máquinas e equipamentos, três empresas de serviços especializados, três empresas de eletrônica e telecomunicações, duas empresas de higiene e limpeza, duas do segmento de eletrônicos, duas empresas de outros setores e uma de papel e celulose.

A reestruturação da indústria brasileira se deu no reflexo das mudanças presentes tanto no cenário mundial quanto na economia brasileira. No contexto internacional uma série de inovações tecnológicas e organizacionais começaram a alterar o sistema produtivo a partir da década de 1980, caracterizado pelo crescimento da automação industrial e novos princípios da organização do trabalho. Como resultado de tal processo, os padrões de emprego teriam sido alterados, formando uma nova estrutura onde as exigências de qualificação dos trabalhadores ganhavam maior importância para a realização da produção. No Brasil, a abertura comercial e a nova orientação da política macroeconômica tinham por objetivo controlar o processo inflacionário ao mesmo tempo em que provocar o aumento da competição no mercado interno com os produtos importados. Este novo ambiente econômico levou a uma reestruturação da indústria, que teve como característica a redução das linhas de produtos e das atividades realizadas, onde as empresas passaram a se especializar em poucas atividades e terceirizar ou eliminar uma série de etapas internas da produção para a redução de custos. Além desse ajuste, a indústria teria buscado também modernizar seus processos a partir de um ciclo breve de investimentos (Castro, 2001; Bielschowsky, 1999). Assim, dessa combinação de alterações internas e externas no ambiente econômico brasileiro questiona-se se teria surgido uma nova dinâmica para a contratação de engenheiros de tal maneira que, a retomada do crescimento econômico sustentado, poderia resultar em um cenário no qual a oferta desses profissionais não é suficiente para atender a demanda.

Outra característica a ser investigada é em que medida a contratação de engenheiros reflete o maior envolvimento por parte da indústria com atividades inovativas. O caráter de promoção da competição por trás das políticas macroeconômicas transformou o ambiente no qual as empresas, até então protegidas pelos mecanismos de reserva de mercado, estavam acostumadas a estabelecer suas estratégias. O padrão internacional dos importados pressionou a indústria brasileira para que os bens nacionais tivessem a mesma qualidade, preço e desempenho, forçando a adoção de tecnologias de produto e processo mais modernas do que as existentes no país até então. Com essa nova configuração, as empresas tiveram que mudar sua estrutura produtiva e organizacional para sobreviver à nova concorrência no mercado interno e adquirir competitividade internacional.

Considerando o contexto desse debate, o trabalho é guiado por duas hipóteses a serem testadas. A primeira delas é de que ao longo da reestruturação da indústria brasileira, a introdução

de novos processos produtivos e organizacionais alterou a estrutura da participação da engenharia nas empresas e levou ao crescimento no número de vínculos laborais de engenheiros, dado um ambiente mais competitivo e exigente, nacional e internacionalmente, para as firmas. Adicionalmente, a segunda hipótese a ser testada é que esse crescimento na demanda por profissionais para a área de engenharia foi acompanhado por um processo de intensificação das atividades tecnológicas dos setores, entendida aqui como crescimento no esforço empregado por parte dos setores da indústria de transformação em atividades de P&D, refletindo em aumento da participação dos engenheiros na execução de P&D nas empresas.

Em razão disso, a pesquisa buscou informações que permitissem caracterizar o emprego da engenharia brasileira na economia e sua evolução ao longo dos anos desde 1994 até 2006. A seleção desse período para a análise permite capturar os efeitos das mudanças no ambiente econômico decorrente das políticas de combate à estagnação e falta de dinamismo industrial brasileiro. A execução de parte dessas políticas teve início no fim da década de 1980, mas foi a partir do Plano Real, em 1994, que o processo de aceleração inflacionária foi controlado através da combinação de políticas de liberalização do mercado financeiro, câmbio valorizado facilitando a importação de diversos produtos, além de medidas que ampliaram a abertura do mercado interno. Desta forma, a caracterização da participação da engenharia no emprego foi feita por meio da base de dados RAIS (Relação Anual de Informações Sociais), do Ministério do Trabalho e Emprego. Esta base fornece informações que permitem a identificação dos trabalhadores com vínculo formal de emprego na economia brasileira ao longo dos anos. A partir desses dados, foram formulados indicadores de intensidade que mostram as mudanças na estrutura do emprego da engenharia, com maior atenção para a indústria de transformação.

Porém, deve-se destacar que esta base de dados permite somente o monitoramento dos contratos formais de trabalho, isto é, os vínculos laborais que são registrados em carteira, onde o profissional é um funcionário da empresa. Com isso, não é possível identificar os engenheiros que atuam no mercado de trabalho, mas com outro tipo de inserção que não o vínculo formal de emprego, atuando como empresário, autônomo, ou ainda sem registro em carteira. Outro ponto que precisa de ressalva em relação à base de dados é o fato dos trabalhadores serem identificados somente pela classificação do cargo em que trabalham na empresa e não por sua qualificação, o que permite a seleção apenas dos engenheiros que atuam como engenheiros, mas não identifica os engenheiros em cargos que não são de engenharia. Dessa forma, a RAIS fornece as

informações referentes à demanda do mercado de trabalho formal para o emprego de engenheiros em cargos de engenharia no Brasil.

A investigação sobre a indústria de transformação também é feita em nível setorial. Isso porque a indústria de transformação brasileira é composta por vinte e três diferentes segmentos industriais, que possuem dinâmicas próprias quanto às técnicas de produção, dinâmicas inovativas e funcionamento de mercado. Como consequência, cada setor respondeu a abertura de maneira e em ritmos distintos através das respectivas reestruturações e modernizações das atividades. Com isso, a observação dos valores agregados da indústria não nos permite visualizar as particularidades dos movimentos setoriais e identificar os principais destaques. Como exercício, então, pretende-se determinar também o total de empregados e a proporção ocupada pela engenharia nos vínculos empregatícios de cada segmento da indústria e com isso identificar quais são os que tiveram maior relevância no resultado agregado. A partir do estudo desses elementos espera-se investigar a hipótese de que a introdução de novos processos produtivos e organizacionais na indústria de transformação brasileira pode ter levado ao crescimento na contratação de engenheiros.

Em relação ao papel direto no desenvolvimento de tecnologia por parte dos engenheiros nos laboratórios de P&D, a pesquisa realizou a investigação através de indicadores ligados a execução de atividades tecnológicas para verificar o crescimento do esforço por parte dos setores na realização dessas atividades. O primeiro indicador está relacionado com a investigação da intensidade tecnológica⁷, que possibilita identificar o padrão de esforços inovativos dos setores industriais – em termos de gastos realizados em atividades tecnológicas dentro das firmas – e observar sua evolução ao longo do tempo. O segundo indicador está ligado ao tamanho e ao crescimento da participação da engenharia em relação à mão-de-obra que realiza P&D na indústria de transformação brasileira.

O estudo do componente tecnológico do mercado de trabalho para a engenharia tem como fonte de dados as três edições da Pintec (Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica), do IBGE, referente aos anos de 2000, 2003 e 2005. Essa pesquisa investiga de modo abrangente as atividades inovativas da indústria de extração e de transformação, além de alguns segmentos do

7 Segundo Furtado e Quadros (2005), a intensidade tecnológica cumpre outra função na determinação do padrão de esforços inovativos: determina a velocidade de deslocamento da fronteira tecnológica, no caso dos países desenvolvidos; e descreve os esforços relativos que devem ser realizados no processo de transferência internacional de tecnologia para os países em desenvolvimento.

setor de serviços, seguindo uma metodologia também consolidada, como será visto. No questionário enviado para as empresas, existe um bloco de perguntas que aprofunda a questão da qualificação da mão-de-obra envolvida com o P&D interno que dá a dimensão quantitativa e as características dos profissionais executores de atividades tecnológicas.

Dessa forma, o trabalho está dividido em quatro capítulos, além da introdução e da conclusão. O primeiro capítulo contextualiza a questão da participação dos engenheiros no desenvolvimento econômico e das atividades tecnológicas. O argumento da relação tecnológica da engenharia é reforçado pela presença desses profissionais como um dos elementos do processo de desenvolvimento em diferentes economias nacionais, ilustrado aqui a partir do exemplo dos Estados Unidos e do auxílio dos engenheiros no processo de desenvolvimento econômico e tecnológico em diferentes momentos da história do país. A contextualização da importância da engenharia é trazida para o presente com a comparação dos dados para o ano de 2006 sobre o emprego da engenharia na economia norte-americana e o Brasil. Esses números mostram que a economia e a indústria brasileiras estão proporcionalmente muito distantes do padrão de utilização de engenheiros apresentado pelos Estados Unidos, o que levanta o alerta a respeito da possível perda de oportunidades de desenvolvimento e crescimento que esses profissionais proporcionam.

Para compreender as mudanças na estrutura do emprego de profissionais de engenharia o capítulo 2 se divide em duas partes. A primeira apresenta um breve histórico sobre as políticas para a formação da indústria de transformação brasileira e o papel atribuído aos engenheiros ao longo das suas diferentes fases. Neste sentido, a opção das políticas em favor da importação de máquinas e equipamentos e o baixo envolvimento da indústria com as atividades tecnológicas limitaram a engenharia nacional a cargos ligados a administração da produção e, em relação ao desenvolvimento tecnológico, a esforços adaptativos das tecnologias importadas a realidade nacional. A segunda parte consiste na contextualização do novo ambiente econômico para a economia brasileira, com o fim das políticas de fomento à indústria, na década de 1980, e com maior destaque para as mudanças implementadas com o Plano Real, a partir de 1994. Com o objetivo de estabilizar o processo inflacionário e promover a retomada do crescimento, o novo cenário econômico trouxe consigo um pequeno ciclo de investimentos para a modernização do parque produtivo brasileiro com base em tecnologias e práticas organizacionais ligadas a um novo padrão de produção. A expectativa era de que as mudanças, além de alterarem a estrutura

produtiva, ampliassem a participação de profissionais qualificados trabalhando na indústria, com destaque para os engenheiros.

Os dois capítulos seguintes, que se concentram no objetivo principal do trabalho, investigam as duas hipóteses estabelecidas acima. A primeira hipótese, na qual se espera que a reestruturação industrial tenha proporcionado um maior espaço para engenheiros na economia brasileira e, principalmente, na indústria de transformação, é investigada no capítulo 3. A partir dos dados sobre o mercado de trabalho disponíveis na RAIS é possível traçar a evolução dos vínculos laborais tanto para engenharia, quanto para o emprego total da economia e compará-las como forma de identificar possíveis mudanças na estrutura do emprego. Esses dados também permitem demonstrar a importância dada à área de engenharia dentro da indústria de transformação, ao ilustrar a participação que esses profissionais possuem no quadro total de vínculos empregatícios industriais.

Já à hipótese de relação entre o desenvolvimento tecnológico da indústria e a participação dos engenheiros é investigada no capítulo 4. A partir das informações da PINTEC a respeito das atividades tecnológicas realizadas pelas empresas no Brasil procura-se identificar a tendência de mudança no padrão tecnológico brasileiro, com o aumento da intensidade tecnológica e o crescimento do número de engenheiros dedicados a atividades de P&D desde os anos 2000 – primeiro dos três anos da série. Espera-se que após o processo de reestruturação produtiva as empresas tenham se preparado para participar de uma competição tanto no mercado interno quanto no mundial que demanda esforços crescentes em atividades tecnológicas.

CAPÍTULO 1 – ENGENHARIA NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Iniciamos essa dissertação com o objetivo de estabelecer um suporte teórico para o estudo do mercado de trabalho da engenharia na indústria brasileira. Para a execução dessa tarefa, esse primeiro capítulo se apóia em duas abordagens complementares. Primeiramente, na tentativa de esclarecer qual a importância da participação da engenharia no processo de desenvolvimento econômico e social dos países, a primeira seção apresenta a discussão acerca da importância da disponibilidade de uma mão-de-obra qualificada – com destaque para os engenheiros – no processo de crescimento de uma economia.

A segunda seção do capítulo explora o exemplo internacional do papel da engenharia na busca pelo desenvolvimento. Após um breve histórico sobre o papel dos engenheiros como atores no processo de industrialização dos Estados Unidos ao longo do século XX, procura-se contextualizar a participação dos engenheiros no período recente através da estrutura de emprego desses profissionais na economia, de um modo geral, e na indústria de transformação, especificamente, estabelecendo uma comparação com a engenharia brasileira. O objetivo desse exercício é montar um quadro de referência internacional para ilustrar a posição do Brasil em relação a um país que representa a fronteira do desenvolvimento tecnológico.

1.1. A relação entre o crescimento econômico e a participação da engenharia

O entendimento do papel da engenharia no processo de desenvolvimento de uma economia constitui um dos temas dentro da discussão sobre a importância dos profissionais qualificados como um dos fatores para a promoção do progresso técnico e, conseqüentemente, promoção do crescimento econômico. Isto porque, a partir dos conhecimentos e competências acumulados ao longo dos anos de formação acadêmica e profissional, a atuação do engenheiro é tradicionalmente vista como de um profissional que operacionaliza a aplicação e o uso do conhecimento desenvolvido nas áreas de pesquisa básica, além dele próprio também desenvolver novas tecnologias. Por isso sua importância no desenvolvimento tecnológico (Stokes, 1997). Uma definição semelhante é dada por Burus (2006): enquanto os cientistas se preocupam com a explicação de fenômenos naturais, os engenheiros estão empenhados em construir, criar, manter e desenvolver coisas que ainda não existem na natureza para satisfazer as necessidades e desejos humanos.

A definição de Silveira (2005) é um pouco mais ampla, ao entender que os engenheiros devem ser capazes de mobilizar e articular os saberes (ou conhecimentos), habilidades (ou competências específicas), aptidões e atitudes para resolver os problemas e produzir soluções inovadoras, devidamente contextualizadas, de forma fundamentada e consciente.

Já Agopyan e Oliveira (2005) acrescentam mais um elemento. Segundo os autores, quando se pensa no processo de melhora no nível de desenvolvimento social de um país ou uma região, a engenharia se apresenta como um elemento fundamental, pois as áreas de engenharia “são a ferramenta básica para o aumento da produção de bens, a oferta de novas opções e a solução de problemas ambientais/urbanos. Em resumo, é a área de conhecimento para o desenvolvimento” (Agopyan e Oliveira, 2005: 80). Isso porque a aplicação prática das descobertas geradas nas áreas de ciência e tecnologia abre uma oportunidade para que se obtenham retornos financeiros através do desenvolvimento de um novo produto ou serviço no mercado.

Uma evidência dessa relação virtuosa entre a engenharia e o desenvolvimento está no recente avanço de países em desenvolvimento – Índia, Espanha, China, Coreia do Sul, Taiwan e Cingapura – ancorados por áreas industriais demandantes de quadros qualificados de engenharia. O estudo realizado por Guimarães *et al* (2007) com alguns indicadores de produção científica e desempenho econômico comprova que existe uma forte correlação entre o avanço no conhecimento científico das áreas de engenharia e o desenvolvimento econômico e social desses países. Ao analisar os dados da produção bibliográfica em engenharia e a classificação dos países segundo o PIB, os autores mostraram que as quinze maiores economias do mundo são também as que mais publicam artigos científicos em periódicos de engenharia – com exceção do México, que apesar de ser a 12ª economia mundial, não possui destaque em publicações da área. O comportamento é reforçado quando se observam outros três indicadores – a produção industrial, a produção de bens manufaturados e o consumo energético dos países, em relação à produção científica em engenharia (Guimarães *et al*, 2007: 226).

Estas evidências apresentadas acima contam com o suporte da literatura para reafirmar o papel da mão-de-obra qualificada, entre elas a engenharia, no processo de crescimento econômico. A partir da formalização de teorias que reconhecem a inovação tecnológica como o motor do crescimento no sistema capitalista se pode observar que a mão-de-obra qualificada é determinante para o desenvolvimento. Mas, apesar das diferentes linhas teóricas da economia

concordarem em relação à influência da mudança técnica no crescimento econômico, existem diferenças significativas na estrutura analítica adotada por cada uma das teorias. Portanto, um passo para definir a importância dos engenheiros para o desenvolvimento econômico e social é apresentar a discussão a respeito de como os profissionais qualificados, com especial atenção para os engenheiros, participam do crescimento.

Uma das abordagens que trata da relação entre crescimento econômico e a importância dos profissionais qualificados é a Teoria do Crescimento Endógeno. A partir da percepção de que o progresso técnico é o motor do crescimento econômico, Romer (1990) demonstrou que o principal determinante do desenvolvimento tecnológico são os profissionais qualificados voltados para o desenvolvimento de novos projetos e tecnologias ou, como ele define, o capital humano.

Para Romer (1990), a realização das atividades no setor de pesquisa é fundamental para o avanço da economia. É a partir do desenvolvimento de conhecimento e de novos desenhos deste setor que os outros dois setores da economia – bens intermediários e bens finais – podem elevar sua produtividade e, conseqüentemente, o crescimento econômico. Mas para que isso fosse possível, o estoque de capital humano seria fundamental. Pessoas qualificadas pelos anos dedicados à educação formal ou pela experiência obtida na execução de uma atividade, esta categoria de trabalhadores especiais são os responsáveis pela execução das atividades do setor dedicado às atividades de pesquisa. A função de produção deste setor, mecanismo que apresenta o funcionamento da produção de novo conhecimento, depende da quantidade de pessoas com estes atributos – ou o capital humano – dedicadas a atividades de pesquisa e do estoque de conhecimento à disposição dos pesquisadores num dado momento do tempo. Desta forma, o direcionamento de capital humano para a execução de pesquisa leva a uma maior produção de novos conhecimentos que podem ser utilizados para o desenvolvimento econômico.

Porém, enquanto o conhecimento é considerado por Romer (1990) um bem não-rival – uso de uma lei científica, por exemplo, por um pesquisador não impede a utilização dessa mesma lei por outro pesquisador – o capital humano é definido como um bem rival – uma pessoa não pode estar em dois lugares ao mesmo tempo ou só pode executar uma quantidade finita de atividades. Este fato implica que o conhecimento consegue ser estocado e utilizado por várias pessoas ao mesmo tempo, mas para isso é preciso que existam os profissionais aptos a utilizar e ampliar o estoque de projetos. Diante dessas considerações, Romer (1990) concluiu que o crescimento da taxa de progresso técnico de uma economia, e conseqüentemente o seu

crescimento econômico, depende da quantidade de capital humano empregado nas suas atividades de pesquisa⁸.

Apesar do avanço no tratamento da questão do progresso técnico, a abordagem teórica do Crescimento Endógeno enfrenta, entretanto, uma série de críticas referentes ao seu arcabouço teórico. A principal crítica feita por Nelson (1996) a esses teóricos está em não reconhecer que o capital humano é somente um elemento dentre uma série de fatores que determinam o progresso técnico. Mais do que serem componentes, esses elementos funcionam como um sistema, através de um processo de interação e dependência mútua.

Para Nelson (1996) não faz sentido separar o crescimento econômico em diferentes elementos isolados, pois ele é fruto, na verdade, do funcionamento integrado dos fatores. Por conta dessa integração é que este autor afirma que “deveríamos considerar não apenas as forças que afetam individualmente as fontes mais próximas, mas também aspectos mais gerais do ambiente econômico e das instituições políticas e sociais que apóiam essas fontes e o crescimento que elas promovem” (1996: 38). Essa tarefa é realizada por autores evolucionistas.

Estes autores têm a preocupação de entender o fenômeno do crescimento a partir de pressupostos que reflitam a realidade. Sua construção teórica segue o caminho apreciativo, ou seja, baseada na explicação e descrição detalhada dos fenômenos, principalmente através de exemplos empíricos. Em seus trabalhos, os evolucionistas mostram que o progresso tecnológico e o crescimento econômico ocorrem através de um processo evolutivo, no qual o complexo conjunto de diferentes instituições que compõem a economia trabalha de forma integrada e sistêmica (Nelson, 1996). Nesse contexto, o capital humano, grupo composto por cientistas e engenheiros, se apresenta como mais um desses elementos institucionais que compõem o Sistema Nacional de Inovação⁹ (SNI), responsável pelo progresso econômico de um país.

8 Além disso, Romer (1990) ressalta que enquanto um bem não-rival pode ser acumulado sem uma elevação significativa da renda per capita de um dado país, já o acúmulo de capital humano – um bem rival – requer investimentos consideráveis e constantes, uma vez que uma pessoa vive um número finito de anos, o que justificaria os subsídios governamentais ao setor privado para a formação de capital humano.

9 Por ser composto de três diferentes termos com múltiplas interpretações, Nelson (1993) separa a explicação da abordagem em três conceitos. A interpretação de “inovação” é feita de forma ampla para que se identifiquem também os processos pelos quais as empresas se apropriam e põem em prática os novos projetos e novos processos produtivos para elas, mesmo que essa tecnologia já esteja difundida. Dessa forma a interpretação não se limita apenas às empresas e institutos na fronteira tecnológica, mas permite que se identifiquem os fatores que influenciam as capacidades tecnológicas nacionais. Em relação ao termo de “sistema”, entende-se o mesmo como um conjunto de instituições cujas interações determinam o desempenho inovador, no sentido já referido, das empresas nacionais.

Ainda que seja um dos elementos que possibilitam o crescimento econômico, a observação da formação dos SNIs de países desenvolvidos deixa claro que os profissionais qualificados são um componente fundamental para o processo de desenvolvimento. Os Estados Unidos, por exemplo, ilustram como a mão-de-obra com competências científicas e técnicas, principalmente os engenheiros, foram importantes para superar a hegemonia da economia inglesa no fim do século XIX. A institucionalização de laboratórios de P&D como atividades sistemáticas dentro das corporações neste país, fator determinante para o avanço técnico ao longo de todo o século XX, contou com a participação de profissionais que dominavam a aplicação prática de disciplinas científicas e tecnológicas – cientistas e engenheiros formados pelo sistema de ensino superior (Freeman e Soete, 1997; Landes, 1969; Noble, 1977; Nelson, 1996). É em razão dessa importância que a investigação e a mensuração a respeito do desempenho tecnológico de um país passam por indicadores que determinam a participação dos profissionais de C&T na economia.

1.1.1.A engenharia nos laboratórios industriais dos Estados Unidos

A relação entre o processo de industrialização e o conhecimento científico teve início na metade do século XIX, quando industriais norte-americanos reconheceram que a aplicação das artes científicas na produção era uma forma eficiente para a manutenção da competitividade e importante fonte de lucros. Ainda distantes do conhecimento formal e dos métodos científicos utilizados pelas primeiras universidades, os avanços no processo produtivo norte-americano começaram a incorporar conhecimento científico, tendo como principais fontes as experiências empíricas ou o aprendizado através de revistas científicas da época e trabalhadores ligados ao processo produtivo (Noble, 1977).

O processo promoção industrial e de incorporação de atividades científicas nos Estados Unidos foi baseado nos desenvolvimentos de três principais indústrias: a química, a elétrica e a siderurgia (Freeman e Soete, 1997). Beneficiadas pelos avanços nas áreas do conhecimento de

Apesar de poder se referir à ação deliberada de planejamento e construção de algo, a noção adotada pelos autores para sistema consiste somente nas formas em que os atores institucionais se dispõem para influenciar o processo inovativo. Por fim, o termo “nacional” define a área em que esse sistema está inserido. Apesar das ressalvas em relação a essa abordagem em função das diferentes dinâmicas dos setores, as políticas econômicas e de competitividade definidas pelos governos nacionais apresentam influência sobre a realização de atividades inovadoras de forma a moldá-la.

química e física, essas indústrias estabeleceram não só o padrão de produção e administração de empresas baseadas em ciência para o período, mas os novos produtos e processos desses setores também influenciaram outros segmentos industriais¹⁰, com ganhos de produtividade por toda a economia¹¹. Mas para isso, o empirismo do processo de desenvolvimento teve que ser deixado de lado para dar espaço à profissionalização das atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) nas indústrias.

Em função do padrão de desenvolvimento de novos produtos e processos e de competição de mercado dinâmico, as empresas tiveram que reconhecer a importância das atividades científicas e tecnológicas no seu crescimento. Como esse era um insumo fundamental do processo produtivo, as vantagens proporcionadas pelas descobertas científicas ou a aplicação das técnicas dependiam do volume e da propriedade¹² dos avanços técnicos por parte das empresas. Além disso, a sobrevivência no mercado não poderia mais depender de esforços ocasionais na obtenção de inovações. Dessa forma, a maneira encontrada para se alcançar os benefícios da atividade inovativa foi a institucionalização de laboratórios de P&D próprio nas empresas. Esse tipo de organização da pesquisa industrial já existia nas empresas químicas alemãs, em 1870, que procuravam comercializar inovações baseadas no campo da química orgânica, e foram difundidas pela economia norte-americana já na virada do século (Mowery e Rosenberg, 1998). A partir de então, o processo inovativo transformou-se numa prática sistemática de atividades científicas e tecnológicas dentro das empresas norte-americanas, configurando-se como a principal característica da sua indústria no final do século XIX (Noble, 1977).

10 De maneira isolada ou combinando conhecimento de outras indústrias, a partir da eletricidade, da química e da siderurgia desenvolveu-se a geração de energia elétrica, a iluminação, transportes por bondes elétricos e as comunicações; papel, vidro, corantes, tecido, plástico, petróleo, borracha, fertilizantes e inseticidas; caldeiras elétricas, trilhos de aço para ferrovias, ferramentas mais resistentes, maquinaria, construção, bicicleta, entre outros (Noble, 1977; Freeman e Soete, 1997).

11 Um exemplo da influência desses setores foi a ampliação da infra-estrutura da economia norte-americana, com o desenvolvimento das comunicações e das ferrovias com trilhos de aço – mais resistentes que os trilhos de ferro – que permitiram aos Estados Unidos utilizar seus recursos naturais e seu território para a obtenção de economias de escalas nunca antes vista (Freeman e Soete, 1997).

12 Uma parte importante dessa estrutura de investimentos internos em atividades de P&D foi também a proteção legal dos resultados obtidos pelas firmas. O forte arcabouço legal em relação à propriedade intelectual, além de garantir os direitos do inventor, ainda facilitou o desenvolvimento de um mercado para a aquisição e venda de tecnologias industriais. A proteção dos desenvolvimentos tecnológicos se mostrou fundamental para a dinâmica da competitividade e domínio, mesmo que temporário, do mercado (Mowery e Rosenberg, 1998).

Com o crescimento da competição no mercado baseado nessas duas características, a economia norte-americana passou a demandar cada vez mais profissionais qualificados para desempenhar as atividades com conteúdo científico e técnico nos laboratórios de P&D. Para que se obtivesse um melhor desempenho nessas atividades, era preciso um domínio maior do conhecimento das ciências e dos procedimentos metodológicos, além de força de trabalho em quantidade suficiente para trabalhar nessa área. Essa necessidade de formação de uma mão-de-obra qualificada para a aceleração da indústria norte-americana foi um dos motivos para que as universidades expandissem seu sistema de ensino superior para as áreas da engenharia (Noble, 1977).

Apesar das tentativas para introduzir as ciências técnicas já no final do século XVIII, foi a aceleração dos projetos de desenvolvimento norte-americano, durante os anos 1820, que apontaram a necessidade de uma mão-de-obra educada e preparada para a resolução de problemas práticos. A educação técnica no país foi estimulada em 1862, quando a instituição do Morrill Act permitiu ao governo federal fornecer apoio aos estados no estabelecimento de faculdades nas áreas de agricultura e artes mecânicas. Essa lei consistia na concessão por parte do governo de terras públicas federais aos estados. Porém, a responsabilidade dessas novas instituições de ensino, tanto em termos de organização quanto em termos orçamentários, estaria a cargo de cada estado e seria independente do governo central. Assim, a ausência de diretrizes do governo federal e a necessidade de financiamento fizeram com que essas instituições se interessassem pelos problemas locais e seguissem as prioridades estabelecidas pelo Poder Legislativo de seus respectivos estados (Mowery, *et al*, 2004). A partir desse cenário, o sistema de ensino superior norte-americano foi formado pela soma das atividades de pesquisa relativa às indústrias e o treinamento de profissionais importantes para as economias locais (Rosenberg e Nelson, 1994).

Poucos anos depois a necessidade de profissionais que desempenhassem funções com maior conteúdo científico nas novas indústrias e nos seus laboratórios de P&D fez com que a engenharia passasse a ser uma disciplina no sistema educacional dos Estados Unidos. O desenvolvimento de novos produtos e processos, primeiramente na indústria química e elétrica e depois em outros setores da economia, gerou um crescimento na demanda de engenheiros com as habilidades requeridas. Além do papel da formação de mão-de-obra, a produção de conhecimento

dessas instituições de ensino foi de grande valor econômico para o desenvolvimento dos novos ramos industriais (Rosenberg e Nelson, 1994).

A contribuição da engenharia para o crescimento econômico norte-americano se manteve ao longo de todo o século XX. Mesmo com as mudanças no ambiente de pesquisa universitária no período pós Segunda Guerra Mundial, em que parte significativa da estrutura de gastos nacionais em P&D passou a ter forte direcionamento governamental¹³ e foco em pesquisa básica, os desenvolvimentos da área de engenharia continuaram expandindo o campo do conhecimento através de “pesquisas orientadas para a concepção e melhoria” das coisas (Rosenberg e Nelson, 1994: 325). Através do financiamento do Departamento de Defesa e de Energia, as disciplinas de engenharia contavam com investimentos em pesquisa básica, realizada pelas universidades, para o desenvolvimento de projetos em áreas prioritárias. Com isso, a aplicação prática do conhecimento obtido por essas pesquisas em engenharia desenvolveu avanços nos setores de aviões e mísseis, eletrônica, semicondutores e computadores, por exemplo. Todas essas atividades contaram com pesquisadores de engenharia para o desenvolvimento, tanto nas universidades quanto nas indústrias, para tornar os Estados Unidos líderes nessas tecnologias.

Dessa forma, a revisão da história da indústria norte-americana evidencia como as várias disciplinas de Engenharia e seus profissionais trabalharam em conjunto com outros elementos do seu sistema nacional de inovação para a construção da liderança econômica e tecnológica do país. A participação dos engenheiros como mão-de-obra qualificada que trabalhou no processo de desenvolvimento dos Estados Unidos juntou-se ao surgimento de um novo modelo de empresa, à formação de um modelo de organização industrial novo, uma reforma no sistema de ensino superior, entre outros fatores¹⁴, na construção e, principalmente, na consolidação do SNI e do crescimento norte-americano ao longo do século XX.

13 O financiamento federal chegou a representar “algo entre a metade e dois terços do total da P&D”, apesar de continuar sendo executado em sua maior parte pelas empresas privadas (Mowery e Rosenberg, 1998; p. 42)

14 Esse elemento se soma com o desenvolvimento da infra-estrutura, o arcabouço legal de proteção às inovações como as principais características na formação do SNI norte-americano (Freeman e Soete, 1997).

1.2. Os engenheiros no processo de desenvolvimento econômico: uma comparação entre o Brasil e os Estados Unidos

Após rever como a literatura sobre crescimento econômico destaca a responsabilidade da engenharia em relação ao desenvolvimento tecnológico e ilustrar como as competências desses profissionais foram utilizadas pelos Estados Unidos no seu processo de desenvolvimento, busca-se agora retratar a situação atual da engenharia no Brasil através de um quadro do emprego desses profissionais e introduzir a questão a respeito do estágio de desenvolvimento da engenharia brasileira.

Este breve exercício quantitativo e comparativo com os dados referentes aos Estados Unidos oferece a possibilidade de contextualizar a participação da engenharia no mercado de trabalho brasileiro frente a um padrão de desenvolvimento tecnológico distinto do seu e reconhecido por sua liderança tecnológica internacional. Para isto, foram selecionadas as informações do emprego de engenheiros no mercado de trabalho dos dois países para o ano de 2006 e elaborados alguns indicadores simples, como participação de engenheiros no emprego total e no emprego da indústria, e a distribuição setorial da engenharia em cada país.

Estas informações foram selecionadas a partir de duas bases de dados: a RAIS, para o Brasil; e *Occupational Employment Statistics* (OES), para os Estados Unidos. Antes de iniciar a análise, cabe aqui esclarecer algumas diferenças entre a base de dados que serão comparadas para melhor compreensão acerca da composição dos indicadores. Enquanto a RAIS representa o número de todos os vínculos empregatícios estabelecidos ao longo do ano referenciado, a base de dados norte-americana é elaborada a partir de estimativas do mercado de trabalho nas empresas.

Tabela 1.1 – Emprego total, da economia e do número de engenheiros, para Estados Unidos e Brasil, em 2006

	Total da Economia (1)	Total de Engenheiros (2)	Proporção (2/1) em %
EUA	135.185.250	1.918.250	1,4
Brasil	35.155.249	168.087	0,5

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego, OES/Bureau of Labour Statistics. Elaboração própria

Seguindo a definição do Manual de Canberra para recursos humanos em atividades de ciência e tecnologia, a tabela 1.1 apresenta a intensidade da utilização da engenharia por todas as indústrias da economia nos dois países como um indicador de atividades de ciência e tecnologia. Os dados mostram que a distância da economia brasileira frente aos Estados Unidos nesse quesito é significativa. A economia norte-americana apresenta três vezes mais trabalhadores em áreas de engenharia do que a economia brasileira em relação à proporção com o mercado de trabalho.

Tabela 1.2 – Participação dos engenheiros no emprego total da indústria Manufatureira e na indústria de Serviços Profissional, Científico e Técnico dos Estados Unidos e Brasil, em 2006 (em %)

	EUA	Brasil
Indústrias Manufatureiras	31,6	26,7
Serviços Profissional, Científico e Técnico	37,4	16,0*

*Os dados do Brasil se referem à indústria de Atividades Imobiliárias, Aluguéis e Serviços

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego, OES/Bureau of Labour Statistics. Elaboração própria

O argumento de que a manufatura é o principal ambiente em que os engenheiros exercem suas competências é justificado pela distribuição desses profissionais pela economia, como é ilustrado na tabela 1.2. A indústria se destaca no Brasil por ser a principal empregadora de engenheiros – ela representa 26,7% dos vínculos laborais ligados aos engenheiros para o ano 2006. A responsabilidade da indústria manufatureira americana na contratação para vínculos de engenharia também é mais elevada – sua participação em 2006 foi de 31,6%.

Nos Estados Unidos o papel de maior peso no estabelecimento de vínculos para a engenharia cabe ao segmento de Serviços Profissional, Científico e Técnico, com 37,4% dos vínculos de engenharia¹⁵. Composto por nove diferentes setores, este segmento tem como base uma mão-de-obra com treinamento e alto nível de qualificação para a execução de suas tarefas. Entre os setores, cinco se destacam por possuir claramente ligação com atividades intensivas em conhecimento tecnológico, sendo eles: i) os serviços de Arquitetura e Engenharia; ii) serviços Design Especializado; iii) Design de sistemas de computação e serviços relacionados; iv) serviço Científico e serviços de Consultoria; e v) serviços de Pesquisa e desenvolvimento. Além de ser mais uma evidência de como a engenharia nos Estados Unidos consiste em atividades relacionadas com o avanço tecnológico, estes serviços especializados em P&D são uma categoria complementar ao esforço interno em atividades inovativas dos setores da indústria de transformação. Os prestadores de serviço podem ser contratados por empresas da área de manufatura para suprir as lacunas ou solucionar problemas dos processos autônomos das firmas que as compõem, até mesmo, substituir a atividade interna de P&D pela contratação externa destes serviços.

Com isso, pode-se dizer que o emprego de engenheiros na economia americana se define ao observar como a concentração dos profissionais se dá em duas áreas de grande importância

15 A estrutura de vínculos laborais nos Estados Unidos é extremamente concentrada. Além dos dois segmentos citados, somente a seção de Governo Federal, Estadual e Municipal tem representatividade de dois dígitos na contratação de engenheiros. Com a soma desses três chega-se a pouco mais de 80% dos vínculos de engenharia.

para a determinação do desempenho geral em C&T do país – somadas, a Indústria de Manufatura e os Serviços Profissional, Científico e Técnico representam 69% dos vínculos laborais de engenheiros nos Estados Unidos¹⁶.

Apesar de não existir esta mesma categoria de prestadores de serviços de C&T igual à encontrada na classificação industrial da economia norte-americana, o conjunto de atividades que compõe os serviços ligados a atividade de prestação de serviços em engenharia pode ser observado na economia brasileira através do setor de Atividades Imobiliárias, Aluguéis e Serviços prestados às empresas. Nesta categoria três de suas cinco seções podem estar relacionadas com a prestação de serviço de engenharia semelhantes ao que apresentam os Estados Unidos: i) Atividades de informática e serviços relacionados; ii) Pesquisa e Desenvolvimento; e iii) Serviços prestados principalmente às empresas¹⁷. E os valores se mostram significativos, já que este setor representa aproximadamente 16% dos vínculos laborais de engenheiros estabelecidos no Brasil – segunda posição, atrás somente da indústria de transformação e se tornando mais importante do que o setor de construção civil nos últimos anos.

Tabela 1.3 – Emprego total na indústria manufatureira e participação do número de engenheiros, para os Estados Unidos e Brasil, em 2006

	Total de Empregados (1)	Total de Engenheiros (2)	Proporção de (2/1) em %
EUA	13.960.690	629.280	4,5
Brasil	6.440.999	44.817	0,7

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego, OES/Bureau of Labour Statistics. Elaboração própria

Quando a discussão se concentra nos dados da participação de engenheiros empregados pelos respectivos setores manufatureiros de cada país, a tabela 1.3 novamente mostra que a indústria brasileira tem uma estrutura de utilização de engenheiros muito distante da realidade apresentada pela indústria norte-americana. Considerando somente os valores da proporção entre engenheiros e empregados, enquanto a indústria norte-americana apresenta 4,5% dos empregados com vínculos de engenheiro, na indústria de transformação brasileira os vínculos laborais de engenharia não representam nem 1% do total. Como a participação dos vínculos de engenharia no

16 Existe um acordo entre Estados Unidos, México e Canadá para utilizar uma classificação em comum entre eles, o NAICS (*North American Industry Classification System*), para simplificar a elaboração de análises estatísticas.

17 Além destes existem mais dois setores: Atividades imobiliárias e de Aluguel de veículos, máquinas e equipamentos sem condutores ou operadores e de objetos pessoais e domésticos.

emprego é um indicador de desempenho tecnológico, a distância em relação aos Estados Unidos sinaliza também que ainda existe um espaço significativo para a expansão de esforço tecnológico na indústria brasileira.

Tabela 1.4 – Participação dos vínculos de engenharia no emprego da indústria manufatureira dos Estados Unidos e Brasil, em 2006 (em %)

ISIC 3.1	Brasil	EUA
Fabricação de produtos alimentícios, bebidas e produtos do fumo	0,2	0,3
Fabricação de produtos têxteis	0,1	0,6
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	0,0	0,2
Preparação de couros, artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	0,0	0,3
Fabricação de produtos de madeira	0,1	0,9
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,7	1,4
Edição, impressão e reprodução de gravações	0,1	0,1
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares	1,6	6,1
Fabricação de produtos químicos	1,2	3,6
Fabricação de artigos de borracha e de material plástico	0,4	2,2
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,4	1,2
Metalurgia básica	1,5	2,3
Fabricação de produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos	0,5	3,0
Fabricação de máquinas e equipamentos	1,6	6,7
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática, material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações, equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, para automação industrial, cronômetros e relógios	2,3	15,7
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	2,0	5,8
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias, de outros equipamentos de transporte	2,7	9,2
Fabricação de móveis	0,1	1,2
Indústrias diversas	0,2	2,9
Indústria da Transformação	0,7	4,5

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego, OES/Bureau of Labour Statistics. Elaboração própria

O valor da participação de vínculos de engenheiros apresentado pela indústria de transformação brasileira está muito aquém da fronteira tecnológica. A observação feita a partir da abertura em setores que compõem a indústria de transformação¹⁸ ajuda a entender esta situação. Não há um segmento da indústria brasileira que se aproxime do correspondente norte-americano em intensidade de engenheiros. Somente sete segmentos do total de 19 apresentam valores acima

18 Para permitir a comparação dos diferentes segmentos que compõem as indústrias de manufatura do Brasil, Estados Unidos foi utilizada a correspondência ao sistema de Classificação setorial internacional ISIC, na versão 3.1, para a compatibilização da CNAE 1.0 e os sistema norte-americano (NAICS).

de 1%, contrastando com que os valores consistentes de 13 segmentos da indústria norte-americana.

Mais ainda, a observação dos expressivos valores apresentados pela indústria de manufatura dos Estados Unidos mostra como a engenharia é fundamental para a existência de alguns setores. Chama a atenção a alta intensidade em engenharia dos setores de Máquinas para escritório e equipamentos de informática, material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações, equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, para automação industrial, cronômetros e relógios; Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias, de outros equipamentos de transporte; Fabricação de máquinas e equipamentos e Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares. Esses são também os setores mais expressivos da indústria brasileira, porém a magnitude da distância da utilização dos conhecimentos da área de engenharia levanta a preocupação do que está sendo feito pela indústria brasileira. Isto mostra que mesmo com a abertura dos dados para o nível setorial – considerando que cada setor possui uma dinâmica própria de funcionamento e competição, o Brasil não apresenta um segmento que esteja no mesmo nível do padrão apresentado pelos Estados Unidos de emprego de engenheiros no respectivo quadro de funcionários.

Tabela 1.5 – Intensidade de P&D para Estados Unidos e Brasil, em 2005 (em %)

Intensidade		Setores responsáveis pela execução			
		Privado	Educação superior	Governo	Sem fins lucrativos
Brasil	0,9	40,2	38,4	21,3	0,1
Estados Unidos	2,6	70,3	11,1	14,3	4,3

Fonte: OECD, 2007

Essa distância em relação ao emprego de profissionais de engenharia entre os dois países pode estar refletida nos dados de intensidade tecnológica, representados na tabela 1.5. Como a participação da engenharia no emprego total da economia tem o caráter de ser um indicador de empenho tecnológico, a tabela apresenta dois indicadores: os dados referentes à intensidade de P&D, em termos de gastos da economia em atividades tecnológicas em proporção ao PIB; e a maneira como esses gastos são executados pelos atores da economia. Dessa forma, assim como foi possível perceber no emprego de um tipo de profissional qualificado, a proporção investida pela economia norte-americana em atividades tecnológicas também mostra o comprometimento do país com as atividades tecnológicas, com destaque para o setor privado da economia. A

economia brasileira, por sua vez, possui sua intensidade tecnológica muito mais modesta do que a economia dos Estados Unidos e com menor participação das empresas nestas atividades.

1.3.Principais conclusões do capítulo

O exame da literatura sobre crescimento econômico e desenvolvimento tecnológico põe em evidência que a mão-de-obra qualificada é um elemento fundamental que deve estar presentes em uma economia para haja desenvolvimento econômico e social. A partir do reconhecimento da tecnologia como o motor deste desenvolvimento, as abordagens teóricas distintas apontam como central a questão de profissionais habilitados para executar tarefas que geram avanços técnicos e do conseqüente crescimento econômico.

Dentre este universo de profissionais aptos para realizar atividades técnicas, as competências analítica e técnica contidas nos engenheiros, com domínio de disciplinas científicas e de ferramentas para transpor o abstrato em prática, é o que permite a elaboração de projetos inovadores para a resolução de problemas e expansão de uma economia. O exemplo dado pela economia norte-americana ilustra como o desenvolvimento econômico veio acompanhado da inserção dinâmica desses profissionais no sistema industrial do país, no final do século XIX. A soma da aplicação do conhecimento de engenharia a outros elementos determinantes para o crescimento econômico, como sistema de ensino universitário e arcabouço jurídico forte – só para citar dois exemplos – foram fundamentais para a transformação do sistema capitalista e a hegemonia dos Estados Unidos como principal potência econômica ao longo de todo o século XX. Este processo de desenvolvimento a partir de uma base técnica sólida tem reflexos ainda hoje, como mostram os dados recentes do desenvolvimento da economia norte-americana.

A partir desses elementos, o caso brasileiro é colocado em discussão. Ao apresentar valores relativamente baixos para os indicadores elaborados para mensurar a engenharia brasileira, acende-se um sinal de alerta para a perda de oportunidades de desenvolvimento e crescimento que esses profissionais proporcionam. Entretanto, ainda é preciso qualificar as atividades dos engenheiros na economia brasileira em termos tecnológicos para saber quais são as competências desenvolvidas pela engenharia nacional.

CAPÍTULO 2 – AS MUDANÇAS NA ECONOMIA E NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA: O CONTEXTO PARA A PARTICIPAÇÃO DOS ENGENHEIROS

Neste capítulo pretendemos analisar as mudanças na economia brasileira e na indústria de transformação desde o final do século XIX até a configuração do novo ambiente econômico que se formou a partir dos anos 1990 focalizando a questão da engenharia. Nosso objetivo é montar um pano de fundo para contextualizar a participação dos profissionais de engenharia na indústria de transformação brasileira e no desenvolvimento de atividades tecnológicas ao longo da história, com maior destaque para o período após o Plano Real.

Para essa tarefa, a abordagem histórica se apresenta como um caminho apropriado. Desta forma, a primeira seção busca estabelecer a relação da formação da engenharia no Brasil a partir de sua origem, no início do século XIX, com o desenvolvimento, alguns anos depois, da nascente indústria de transformação brasileira. Este paralelo entre engenharia e indústria é traçado a partir da discussão feita por alguns autores, como Kawamura (1981), Vargas (1994), Lombardi (2004) a respeito da história da engenharia na economia brasileira. Esta discussão sobre engenharia e indústria segue até meados da década de 1990, quando tem início uma série de alterações na estrutura industrial – período selecionado para essa dissertação.

Como o foco desta dissertação é discutir se houve alterações na estrutura do mercado de trabalho para engenheiros na indústria de transformação a partir dos anos 1990, com destaque para o Plano Real, os elementos que caracterizam este período merecem ser apresentados de forma mais detalhada, como está presente na segunda seção. O ciclo de mudanças na economia veio como consequência de amplas reformas na macroeconomia e no direcionamento da produção da indústria brasileira iniciadas já em meados da década de 1980. Os reflexos dessa mudança sobre o emprego de engenheiros na indústria de transformação serão vistos no capítulo 3, quando é apresentada a estrutura do mercado de trabalho formal para esses profissionais.

2.1. A relação histórica da engenharia e dos engenheiros na indústria brasileira: do Império ao final da década de 1970

2.1.1. A fase pré-industrialização

A história da engenharia no Brasil se confunde com a história do desenvolvimento econômico do país a partir de meados do século XIX. A trajetória da engenharia brasileira tem início com a chegada da família Real portuguesa ao país em 1808, quando a necessidade da construção de novas instalações para acomodar os membros da corte e o desenvolvimento de estradas e pontes para a infra-estrutura da Colônia se tornaram evidentes. Porém, foi no último quarto deste século que a engenharia ganhou maior impulso. Este período foi marcado pela consolidação da cultura do café como a base da economia brasileira, sobretudo a produção para o mercado externo. O expressivo crescimento das lavouras pelo interior dos estados do Rio de Janeiro, Sul de Minas Gerais e São Paulo a partir da década de 1850 expandiu a produção para regiões distantes dos centros de comercialização e exportação do produto, exigindo o estabelecimento de uma nova infra-estrutura para o escoamento da produção – e contando com o desenvolvimento da engenharia civil¹⁹ para a sua execução (Vargas, 1994).

Ao mesmo tempo, a expansão da produção e comercialização do café brasileiro refletiu na ampliação dos serviços urbanos e o crescimento das cidades. O desenvolvimento de centros urbanos abriu espaço para novos campos de trabalho para o engenheiro com destaque para a construção de portos, a instalação de hidrelétricas, de serviços de gás, de transporte e saneamento e na construção de edificações urbanas (Kawamura, 1981).

Neste período, apesar do nascimento das primeiras escolas de engenharia²⁰ no Brasil, o perfil dos primeiros profissionais ainda estava marcado por filhos de fazendeiros exportadores de café que estudaram em instituições européias. A experiência destes profissionais em países com processo de industrialização acelerado permitiu que os engenheiros brasileiros presenciassem as

19 A engenharia foi estabelecida no Brasil em 1810, quando o então Príncipe Regente João VI criou a Academia Real Militar, no Rio de Janeiro com o objetivo de formar oficiais de engenharia e artilharia para as áreas de defesa e construção, além de também educar mão-de-obra técnica – geógrafos e topógrafos – que pudessem dirigir a parte administrativa de minas de ouro e outros metais; projetar e construir a infra-estrutura de caminhos, portos, canais, pontes, fontes e calçadas, elementos que possuíam um grau de desenvolvimento ainda precário na Colônia (Cavalcanti, 1980). A engenharia seguiu por mais alguns anos como uma profissão vinculada ao ensino militar, até a fundação, em 1874, da Escola Politécnica do Rio de Janeiro.

20 Após a Academia Real Militar, em 1810, o ensino superior de engenharia se estabeleceu mais fortemente a partir de 1858, com a criação da Escola Central no Rio de Janeiro; da Escola de Minas de Ouro Preto, em 1876; da Politécnica de São Paulo, em 1893 (Cavalcanti, 1980) e da Escola de Engenharia do Mackenzie College, na Escola Americana, em 1896 (Lombardi, 2004).

oportunidades de trabalho e de desenvolvimento a partir da expansão industrial e urbana. Com isso, ao voltarem para o Brasil, apesar de ainda terem interesses relacionados com sua classe social de origem, esses engenheiros buscavam promover desenvolvimento industrial semelhante no país (Vargas, 1994; Lombardi, 2004).

Este cenário de promoção da indústria no Brasil começa a ganhar força nos anos 1930, quando a engenharia brasileira começa a ter novas responsabilidades a partir das mudanças no ambiente econômico, político e social. A crise da elite agrícola cafeeira, em razão da queda do preço do café na bolsa de Nova Iorque, deu espaço para o surgimento de uma nova classe social com ideologia liberal. Esse cenário forneceu a abertura necessária para a tentativa de desenvolvimento da indústria no país com motivação de empresários e engenheiros brasileiros – principalmente os paulistas. Outro elemento determinante para a formação da indústria foi o estabelecimento do Estado Novo, em 1937, que trouxe um novo modelo de participação do governo no projeto de desenvolvimento econômico e social do país, já que o Estado assumiu parte da responsabilidade da formação de um futuro parque industrial nacional através do início da construção de setores ligados a infra-estrutura. Desta forma, o cenário apresentado a partir da década de 1930 permitiu que o processo de industrialização ganhasse fôlego, ainda que de maneira limitada e incidental²¹, no Brasil.

Apesar de alguns setores manufatureiros²² já existirem no país antes da década de 1930 que abasteciam parte do mercado com bens de consumo não-duráveis, foi a partir das mudanças deste período que o crescimento econômico teve sua dinâmica redirecionada para buscar o desenvolvimento através do atendimento das necessidades do mercado interno (Fonseca, 2003). Se no período anterior eram as exportações de café que determinavam a direção e o ritmo do crescimento, a partir da década de 1930 começou-se a tentativa de suprir as demandas da sociedade brasileira com produção da indústria nacional. Apesar da maior participação da

21 Existe uma discussão na literatura a respeito do propósito por trás do crescimento da indústria a partir dos anos 1930. Para Furtado (1958) e Suzigan (1986) o desenvolvimento da manufatura ligado ao atendimento das demandas do mercado interno seriam conseqüências indiretas de políticas anticíclicas e de proteção do principal setor da economia, o café. Entretanto, a análise feita por Fonseca (2003) a respeito da criação por parte do Estado de diferentes instituições (leis, discursos governamentais e organismos públicos, entre outras) voltadas para os interesses industriais mostra que houve políticas deliberadas neste período no sentido de promover e preparar o campo, mesmo que muito inicialmente, para o desenvolvimento da indústria brasileira.

22 Os setores industriais desta época se concentravam na produção de bens não-duráveis, principalmente a indústria têxtil e de alimentos e bebidas (Versiani e Suzigan, 1990).

produção manufatureira e de seu rápido crescimento – 10% ao ano, em média, os investimentos do Estado na construção de algumas indústrias de insumos básicos (siderurgia, mineração, álcalis, petroquímica) e o reforço na infra-estrutura do país (energia e transportes) após 1937 foram, na verdade, a principal fonte para o desenvolvimento (Versiani e Suzigan, 1990).

Em razão da participação do governo e das empresas estatais no ambiente econômico é que Kawamura (1981) afirma que “foi fundamental a ação do Estado na ampliação do mercado de trabalho do engenheiro, principalmente considerando-se também o efeito dinamizador que teve sobre o setor econômico privado” (Kawamura, 1981: 19). Isto porque desde o período anterior o Estado já utilizava profissionais de engenharia na construção e manutenção de obras públicas. Porém, a análise de Kawamura (1981) destaca o papel central assumido pelas obras públicas como o núcleo da expansão das oportunidades de trabalho para os engenheiros. Principalmente a partir de 1937, o crescimento do emprego destes profissionais ocorreu de maneira que ainda não tinha sido vista no país, com destaque para os empreendimentos rodoviários, siderúrgicos, elétricos e recursos minerais.

A participação dos profissionais de engenharia na indústria de transformação começou a ter espaço com a construção das empresas estatais em setores de insumos básicos do país – a formação da Companhia Siderúrgica Nacional, em 1941; a Companhia Vale do Rio Doce, em 1942; a Companhia Nacional de Álcalis e a Fábrica Nacional de Motores, em 1943; a Companhia Hidrelétrica de São Francisco, em 1945. A participação da engenharia nacional se voltava para as atividades de coordenação e às técnicas operativas, referentes à adaptação da tecnologia importada dos países industrializados, serviços de reparação e manutenção dos equipamentos e controle de qualidade do produto (Kawamura, 1981).

Por outro lado, a participação da engenharia na indústria de transformação privada era muito limitada pela própria natureza da maioria da produção industrial do país na época, centrada em bens de consumo não-duráveis produzidos por pequenas firmas e, principalmente, utilizando projetos, máquinas e equipamento importados. Com isso, as possibilidades de execução de atividades tecnológicas por parte da engenharia brasileira acabou se concentrando em atividades de adaptação da tecnologia vinda dos países industrializados para a realidade do mercado brasileiro – perfil que acabou persistindo mesmo com o crescimento da indústria de transformação nas décadas seguintes (Kawamura, 1981).

2.1.2. A formação da indústria pelo modelo de substituição de importações

A partir da década de 1950, o processo de industrialização no Brasil entrou em um novo estágio de desenvolvimento. O período que seguiu até o final da década de 1970 marcou de forma significativa o esforço para a formação e diversificação do parque industrial brasileiro no sentido de tentar solucionar os problemas de balanço de pagamentos: primeiramente através da importação de máquinas e equipamentos – num modelo conhecido como Industrialização por Substituição de Importações, e depois, nos anos 1970, com o estímulo para a expansão de exportações de produtos manufaturados (Suzigan e Furtado, 2006). Foi este desenvolvimento industrial que permitiu a engenharia brasileira se firmar como profissionais especializados e qualificados para executar as atividades ligadas tanto a esfera produtiva quanto na gerencial das atividades fabris, ainda que os engenheiros brasileiros não realizassem as mesmas atividades em termos de conteúdo tecnológico dos países industrializados.

O processo de industrialização acelerada deste período foi resultado direto das políticas industriais adotadas pelo Estado, que assumiu o papel de organizador e promotor do desenvolvimento industrial do país através da “definição de uma estratégia geral, fixação de metas para indústrias específicas e o arranjo de instrumentos e instituições em consonância com essa estratégia e com as metas estabelecidas” (Versiani e Suzigan, 1990: 14). Este caráter de liderança política teve maior relevância em dois momentos: com o lançamento do Plano de Metas (1956-1961), no governo de Juscelino Kubistchek; e com o aprofundamento do processo de industrialização no II PND (1975-1979). Apesar de já haver algumas importantes medidas voltadas para imprimir maior dinamismo na indústria nacional desde o fim da Segunda Guerra, foi primeiramente com o Plano de Metas e depois com o II PND que se passou a ter um plano indicativo e mecanismos formais de coordenação dos instrumentos e políticas auxiliares entre si e com a política macroeconômica (Suzigan, 1996).

A formação da estrutura industrial do país teve como uma das suas principais característica a articulação entre o capital privado nacional, o capital estrangeiro e o Estado na construção dos setores, buscando conduzir a estrutura industrial brasileira para o padrão existente nas economias industrializadas (Suzigan, 1991; Suzigan e Furtado, 2006). O papel assumido pelo Estado se manteve nos setores inicialmente desenvolvidos em meados da década de 1940, com os investimentos em indústrias de base e de bens intermediários, como siderurgia, mineração e

petroquímica; além da formação da infra-estrutura²³ necessária para o projeto de desenvolvimento (energia e transportes, num primeiro momento; além de telecomunicações, aeronáutica e computadores, a partir de meados da década de 1970). Em relação ao setor privado, enquanto o empresariado nacional continuava responsável pela produção de bens não duráveis, a entrada do capital internacional se deu pelos setores de maior dinamismo e com maior conteúdo tecnológico, cabendo a eles a produção dos bens de consumo duráveis, como automóveis e eletroeletrônicos, e bens de capital.

Este modelo de associação permitiu que os grupos estrangeiros tivessem o controle dos setores importantes da indústria brasileira e, conseqüentemente, passaram a determinar as tecnologias a serem adotadas no país. Com a aquisição externa de tecnologia, o Estado esperava pular etapas no desenvolvimento da estrutura industrial e estabelecer-se na fronteira tecnológica em termos de produção fabril (Deitos, 2006). O que está por trás desta opção de industrialização era o padrão produtivo e o tipo de tecnologia vigente no Pós-Segunda Guerra, o modo de produção em massa ou fordismo²⁴. As grandes empresas estrangeiras – principalmente as norte-americanas – que se instalavam no Brasil traziam consigo um modelo que entendia que a produção teria menores custos e maior produtividade se a maquinaria pudesse substituir as qualificações do trabalhador ao longo do processo produtivo, simplificando a atividade a ser realizada e diminuindo os poros da produção. Com isso, as tecnologias eram desenvolvidas de forma a reduzir o número de atividades do trabalhador a uma atividade única, desempenhada em uma máquina especializada e dedicada àquela única função (Piore e Sabel, 1984). Além de retirar do trabalhador a necessidade de qualificação para a execução de atividades produtivas, a intensificação da automação do processo produtivo implica em mais duas características: a necessidade de uma grande escala de produção para que ela seja viável e a rigidez de sua

23 Além do desenvolvimento de setores e serviços ligados ao desenvolvimento da indústria da transformação, este período também foi marcado pela expansão das grandes obras públicas, onde o emprego de engenharia também se dava em ampla escala. A intensificação dos projetos para o avanço na infra-estrutura por parte do Estado com a construção de rodovias, barragens, e portos promoveu o crescimento de empresas de engenharia organizadas em grandes corporações, que demandavam os profissionais para a operacionalização destes empreendimentos (Kawamura, 1981).

24 O regime de produção fordista se estabeleceu nos Estados Unidos no início do século XX. Porém, só após a Segunda Guerra é que o modelo ganhou força e se difundiu para outros países. Um dos principais elementos para essa expansão foi o Plano Marshall, que ao mesmo tempo em que ajuda na reestruturação das economias européias, permitiu o escoamento da produção para estes países. Outro fator determinante foi a adoção do Estado de Bem-Estar Social, que proporcionou crescimento da demanda agregada, elevou o padrão de vida dos trabalhadores e fortaleceu a Europa Ocidental contra a ameaça comunista (Gorender, 1997).

produção. Desta forma, a produção só se torna possível se for realizada em grande escala, com massificação da produção. Havia ainda a necessidade de remunerar com bons salários os operários para que se criasse o mercado de massa para consumir a produção no ritmo adequado (Deitos, 2006).

Este padrão de produção presente nas economias industrializadas era passível de ser alcançado pelas economias em desenvolvimento através da importação dos pacotes tecnológicos que estavam disponíveis no mercado internacional fosse através do licenciamento de tecnologia ou pela entrada das empresas que operavam este sistema produtivo. Estas eram tecnologias que já estavam maduras nas economias centrais e precisavam continuar expandindo para novos mercados (Deitos, 2006). Como nestes setores as inovações se davam em baixa velocidade, o processo de substituição de importações possibilitou aos países periféricos a incorporação da difusão desta tecnologia (Carneiro, 2002 *apud* Deitos, 2006). Porém, sem a preocupação no caso brasileiro de internalizar a dinâmica tecnológica que permitisse o desenvolvimento autônomo de tecnologia.

A formação da indústria brasileira dentro do padrão tecnológico do pós-Guerra se deu, então, principalmente pela entrada de empresas multinacionais (MNCs) que detinham a tecnologia e pelas políticas que facilitavam a importação de máquinas e equipamentos. Além das taxas de câmbio diferenciadas para setores considerados prioritários, havia também isenções ou reduções da tarifa aduaneira e demais impostos sobre a importação de máquinas e equipamentos²⁵ – o que facilitou a importação de tecnologia até meados da década de 1970 (Suzigan, 1996). Junto com as políticas para o fechamento do mercado interno e a proteção a concorrência de produtos importados, garantiu-se para as empresas um mercado cativo e dependente de sua produção (Suzigan, 1988).

O primeiro período de expansão da economia brasileira seguiu até 1963, ano em que a indústria entra em uma recessão que duraria até 1967²⁶. A partir de 1968, a política industrial passou por algumas mudanças, quando as exportações entraram nas políticas de estímulo para a indústria de transformação e diversificou a pauta exportadora brasileira para além dos produtos

25 Aliás, somente em 1971 é que as isenções de impostos de IPI e ICM sobre a importação de máquinas e equipamentos destinados a projetos industriais foram estendidos às compras de bens de capital produzidos no Brasil (Versiani e Suzigan, 1990).

26 Sobre a origem da crise ver Versiani e Suzigan (1990).

primários. Juntamente com uma política de expansão do mercado interno, a economia retoma o crescimento, com destaque para os anos de 1970/1971, quando a produção de bens de capital se acelera e sua taxa de crescimento ultrapassa a de bens duráveis, que por sua vez se mantém altíssima. (Deitos, 2006).

O II PND foi implementado como resposta à crise que começava a se delinear, em 1973, em razão do primeiro choque do petróleo e a elevação do preço das matérias-primas. Com o objetivo de complementar a cadeia produtiva brasileira e criar capacidade exportadora em insumos básicos, o Estado promoveu uma nova rodada de investimentos públicos e privados em infra-estrutura (energia, transportes e comunicações), nas indústrias de insumos básicos (siderurgia e metalurgia dos metais não ferrosos, química e petroquímica, fertilizantes, cimento, celulose e papel), além das indústrias de bens de capital (material de transporte e máquinas e equipamentos mecânicos, elétricos e de comunicações). Porém, as mudanças no campo do financiamento colocaram barreiras ao cumprimento das metas (Versiani e Suzigan, 1990).

Em relação ao desenvolvimento tecnológico, Deitos (2006) destaca que essa ainda não era uma preocupação efetiva das políticas industriais. Assim como as políticas anteriores, o II PND dava continuidade aos mesmos objetivos e a mesma estratégia tecnológica: diferenciar a estrutura produtiva, completando-a e aproximando-a do paradigma então em vigor nos países centrais através da importação da tecnologia necessária para a reprodução dos setores no país. Não que não houvesse uma política tecnológica dentro das diretrizes industriais. Em relação ao desenvolvimento de tecnologia, havia uma tentativa de fomentar um embrião de um sistema nacional de inovação com o Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (SNDCT), voltados principalmente para a articulação das atividades de pesquisa e ensino de pós-graduação nas universidades e financiamento de C&T²⁷, principalmente durante o II PND. Porém, este sistema era distante do setor produtivo, tendo maior ênfase no desenvolvimento de atividades acadêmicas (Coutinho e Ferraz, 1993; Suzigan e Furtado, 2006).

Dessa forma, no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, a estrutura industrial brasileira estava formada, com cadeias produtivas quase completas e com um grau de

27 As instituições pioneiras do SNDCT foram o CNPq e a CAPES, criados no início dos anos 1950. A criação do Funtec, no BNDES, e da FINEP datam dos anos 1960. Posteriormente foram estruturadas as atividades de pesquisa e ensino de pós-graduação nas universidades, criados institutos de pesquisas, centros de P&D em empresas estatais, laboratórios especializados e outras instituições de pesquisa, inclusive na agricultura, que estão na origem do que hoje são considerados casos de sucesso no mercado internacional (Suzigan e Furtado, 2006).

diversificação elevado, porém com insuficiente capacitação tecnológica interna (Suzigan, 1991; Suzigan e Furtado, 2006).

Todos esses elementos alteraram de maneira significativa o espaço atribuído aos engenheiros na economia brasileira, deslocando a atuação destes profissionais para além da administração pública, como acontecia no período anterior. O projeto de desenvolvimento da indústria de transformação forneceu as condições que permitiram que o núcleo das oportunidades de trabalho dos engenheiros passasse a estar nos setores industriais, principalmente nas grandes empresas estrangeiras e estatais. Devido aos conhecimentos técnicos que estes profissionais detêm e sua presença no desenvolvimento das atividades produtivas desde a formação do modelo da indústria capitalista (Silveira, 2005), a resolução dos desafios de um processo de industrialização deveriam envolver a engenharia. Porém, a compreensão da relevância da engenharia brasileira na sua indústria de transformação está também atrelada às decisões relacionadas à construção das competências tecnológicas nacionais. Esta questão é colocada por Kawamura (1981), quando a autora observa que a especificidade da associação entre a tecnologia e a intensificação do trabalho dos engenheiros esteve atrelada “a forma de incorporação da tecnologia no processo de produção que, por sua vez, estava conectada com as práticas políticas adotadas” (Kawamura, 1981:33).

De modo geral, a combinação entre a presença de empresas estrangeiras nos setores mais dinâmicos da economia e as facilidades para a importação de tecnologia desenvolvida pelas matrizes destas corporações isentou as filiais das MNCs que se instalavam no Brasil de realizar esforços de desenvolvimento próprio de tecnologia nos setores mais intensivos em conhecimento da época (Erber, 1992; Deitos, 2006). Como o modelo de políticas industriais estava mais preocupado com a superação do atraso em termos produtivos da economia brasileira do que com a questão da capacitação tecnológica, tornou-se mais simples a entrada dos padrões técnicos dos países avançados na forma de importação de projetos e de plantas, de máquinas e equipamentos e a dispensa, por parte das MNCs, do conhecimento local, inclusive dos engenheiros, para a realização de atividades de P&D em produtos e processos de fabricação (Kawamura, 1981).

A insuficiente atenção dada à construção de capacidade inovativa por parte da indústria brasileira também se repetiu nos setores tradicionais, nos quais a presença de empresas de capital nacional era mais significativa. A aceleração e modernização dos respectivos processos produtivos e, conseqüentemente, a formação do padrão de desenvolvimento tecnológico, seguiu

em semelhança com os setores mais dinâmicos, onde a importação do pacote de tecnologia do exterior para a realização da produção se deu não somente pela compra de maquinário, mas também com licenciamento da tecnologia de empresas estrangeiras para a realização da produção no país²⁸ (Kawamura, 1981).

Desta forma, apesar da forte demanda por engenheiros como mão-de-obra, o campo de ação da engenharia nacional, tanto nos segmentos mais dinâmicos quanto nos setores tradicionais da indústria de transformação, se dividiu em duas funções: i) um conjunto de atividades relacionadas ao domínio e ao controle das atividades produtivas, como instalação e manutenção dos equipamentos nas linhas de produção – mais próximos do “chão de fábrica” na forma de supervisor; e ii) ligados às funções administrativas e gerenciais vinculadas à organização e decisão da tecnologia a ser implementada – em grande parte ligada a administração científica do trabalho (Kawamura, 1981). Esta divisão entre as atividades possíveis para os engenheiros brasileiros é definida por Laudares e Ribeiro (2000) da seguinte maneira:

“Nitidamente, era configurada uma dupla atuação: uma como mediador entre o processo de trabalho e a direção das empresas, cuja competência era de tomada de decisão da tecnologia a ser implementada com base na bipolarização da divisão internacional do trabalho, no qual se reserva, aos países desenvolvidos, a criação tecnológica e, aos países periféricos, a utilização da tecnologia importada; a outra atuação dava-se de forma altamente operacional, isenta de qualquer forma de participação decisória, cuja competência era apenas da gestão do fazer e do operar a tecnologia” (Laudares e Ribeiro, 2000: 495).

Estas duas frentes de trabalho para os engenheiros – o planejamento da produção e a supervisão do trabalho de “chão de fábrica” – estão diretamente relacionadas com o modelo hierarquizado de administração científica da produção taylorista que, em conjunto com os preceitos fordistas, formava o padrão tecnológico dos países industrializados²⁹. Com o objetivo

28 Em pesquisa no setor de bens de capital Erber *et al* (1974 *apud* Deitos, 2006) esclarece como a maioria das empresas nacionais buscava no exterior a tecnologia e licenciavam os projetos a serem produzidos no Brasil como forma de expandir e diversificar a atividades, sem que houvesse preocupação com o desenvolvimento próprio de tecnologia.

29 Embora semelhantes, Laranjeira (2002; *apud* Deitos, 2006) esclarece que a preocupação do taylorismo estava em eliminar os movimentos desnecessários dos trabalhadores através do estudo de tempos e movimentos na realização de uma tarefa. O fordismo, por sua vez envolve a mecanização com máquinas-ferramentas especializadas, linhas de montagem e de esteira rolante para a maior divisão do trabalho. “Enquanto que o taylorismo pode ser aplicado em firmas médias e pequenas, o fordismo difunde-se, principalmente, em grandes empresas produtoras de bens de consumo duráveis (tecnicamente mais complexos), tendo em vista a produção de produtos padronizados, para consumo de massa, utilizando, portanto, economia de escala” (Laranjeira, 2002 *apud* Deitos, 2006: 116).

de aumentar a produtividade do trabalho, os conceitos básicos do taylorismo³⁰ também buscavam separar as atividades intelectuais das atividades produtivas e a especialização do operário em poucas tarefas. Enquanto a gerência capturava a qualificação dos trabalhadores ao ser a responsável pela elaboração dos projetos, o chão de fábrica tinha suas possibilidades limitadas a somente executar as atividades produtivas dentro dos parâmetros estipulados. Assim, os trabalhadores se dividiam em três categorias: havia os profissionais qualificados envolvidos com o caráter intelectual da produção e que projetavam as atividades produtivas. Em razão das suas características, os engenheiros se estabeleceram como profissionais deste primeiro grupo. O segundo grupo era composto por operários que, por executarem tarefas repetitivas e que prescindiam de esforço intelectual, apresentavam baixo nível de qualificação.

A terceira categoria de profissionais, na qual os engenheiros tinham grande participação – os supervisores – estava amparada por outra característica do modelo taylorista-fordista. Segundo (Gorender, 1997) a inflexibilidade e o ritmo exigido pela linha de produção o resultado era uma quantidade considerável de produtos defeituosos. Em razão disso, era preciso ocupar muitos supervisores de qualidade e operários na tarefa de reparos, pois o trabalho de reparação poderia recuperar a qualidade padronizada dos produtos, porém não lhe agregaria valor.

Apesar do grande envolvimento dos engenheiros com as atividades produtivas da indústria de transformação não ter um caráter inovador e possuir menor intensidade tecnológica, permitiu que a engenharia nacional desenvolvesse, juntamente com outros técnicos de áreas específicas, algumas capacitações importantes. Os esforços para entender e manipular as tecnologias importadas, com o objetivo de adaptação destas às demandas e particularidades do mercado brasileiro, possibilitou à engenharia o desenvolvimento de certas competências, principalmente em engenharia de processo (Singer, 1971 apud Deitos, 2006). Estes desenvolvimentos de menor intensidade tecnológica da engenharia brasileira compreenderam, na verdade, os núcleos dos esforços tecnológicos internos da indústria brasileira como afirmam Coutinho e Ferraz (1993) “o esforço tecnológico interno restringia-se basicamente ao uso e ao

30 O taylorismo apresenta quatro conceitos básicos: divisão do trabalho, com separação entre funções diretamente em contato com a produção e funções de natureza considerada “indireta” como de preparação, manutenção e reparo; a gerência passa a dominar as qualificações tradicionais dos trabalhadores, enquanto a concepção do produto/trabalho entre os trabalhadores do chão de fábrica é eliminada; já que a definição e especificação das tarefas da produção passam a ser responsabilidade da gerência (Consoni, 1998).

aprendizado das práticas de produção, sendo no máximo necessária a adaptação de processos, matérias-primas e produtos.” (Coutinho e Ferraz, 1993: 96)

É importante ainda destacar que, embora este cenário de baixo dinamismo tecnológico tenha sido sua principal característica, a indústria brasileira ainda apresentou algumas experiências bem sucedidas em áreas específicas, com destaque principalmente para as empresas estatais nas indústrias aeroespacial, de telecomunicações, petróleo e energia elétrica (Coutinho e Ferraz, 1993; Erber, 1992). Estes foram segmentos onde os conhecimentos da engenharia foram preponderantes no avanço do desenvolvimento tecnológico. Além da articulação do desenvolvimento tecnológico pela SNDCT, o governo também elaborou políticas de desenvolvimento tecnológico através do fomento de atividades de P&D em suas empresas estatais (Embraer, Petrobrás, Telebrás, Eletrobrás).

Para isso, o Estado elaborou políticas com o objetivo de superar os desafios colocados pela estratégia de desenvolvimento econômico e social e utilizou como caminho a articulação entre as empresas, as universidades e os institutos de pesquisa, além do desenvolvimento de fornecedores especializados. A discussão feita por Erber e Amaral (1993) e por Forjaz (2005) mostra que a pretensão ao desenvolver os centros de P&D em empresas estatais era “desempacotar” a tecnologia que havia sido importada no início da instalação destes setores no Brasil como forma de se apropriar destas. A intenção era reduzir custos, elaborar melhoramento nos equipamentos, estabelecer projetos autônomos e manter-se próximo da fronteira tecnológica, além de desenvolver materiais e sistemas mais adequados às condições particulares da estrutura de recursos naturais, da economia, da indústria e da sociedade brasileira – atividades que não se mostraram presentes no setor privado.

Estas diretrizes de políticas seguiram pela trajetória do desenvolvimento de centros próprios de P&D para as estatais, além de estabelecerem fortes laços com universidades e centros de pesquisa externos³¹. Também foram elaboradas políticas de compras com financiamento à pesquisa e o direcionamento da produção como medida para capacitar tecnologicamente seus fornecedores. A política de desenvolvimento ainda se preocupou também com medidas ligadas a

31 A Petrobrás desenvolveu o CENPES, a TELEBRÁS criou o CPqD e a ELETROBRÁS instituiu o CEPTEL (Erber e Amaral, 1993). A Embraer possui um forte vínculo com o CTA (Centro de Tecnologia Aeronáutica) e com o ITA (Instituto de Tecnologia da Aeronáutica), porém estas são instituições independentes da empresa (Forjaz, 2005).

formação de recursos humanos para trabalhar em diferentes áreas dentro dos respectivos segmentos (Erber, 1992).

O saldo em termos de desenvolvimento tecnológico destes setores foi relativamente positivo. As políticas conseguiram promover não só o desenvolvimento de cada uma destas empresas, mas articularam toda uma rede de atividades tecnológicas e de fornecedores também capacitados – principalmente de bens de capital – que possibilitaram o reconhecimento internacional da capacitação do país nestas áreas³² (Erber e Amaral, 1993; Forjaz, 2005).

Para os profissionais de engenharia, o esforço em atividades tecnológicas por parte das empresas estatais representou uma oportunidade para ir além das atividades gerenciais e operacionais. Os laboratórios de P&D permitiram que a engenharia nacional estivesse envolvida com projetos de desenvolvimento de tecnologia e de competência técnica – não só para a própria empresa estatal, mas para todo o segmento dentro da indústria. Os investimentos dos setores de Petróleo e Elétrico se configuraram como um fator de destaque no desenvolvimento dos setores de bens de capital e de bens intermediários (Erber e Amaral, 1993). Já a Embraer seguiu pela elaboração de projetos próprios de aviões, adaptados para a realidade do mercado brasileiro – longas distâncias e necessidade de um motor com baixo consumo – e que resultaram no projeto do avião Bandeirante, em 1968 (Forjaz, 2005).

Apesar das experiências relativamente positivas desses setores, a formação da indústria de transformação brasileira, de modo geral, foi marcada pela fraca realização de atividades próprias e sistemáticas de desenvolvimento tecnológico. Este cenário foi revelado com a crise iniciada na década de 1980, quando o padrão tecnológico internacional para a indústria de transformação passou por profundas alterações. O avanço da base técnica produtiva para a microeletrônica acabou expondo a ausência de maiores esforços por parte do setor privado brasileiro em atividades internas de P&D. As mudanças na indústria também envolveram a reestruturação da organização do trabalho nas empresas e uma nova dinâmica competitiva internacional para as empresas, com a produção passando a ser guiada pela perspectiva de integração das atividades e pelo aproveitamento das escalas produtivas em nível global.

32 O desempenho do setor elétrico deve ser considerado com ressalvas. Este resultado se coloca devido a uma série de fatores, como a estruturação dos centros de P&D entre as unidades da Eletrobrás, a própria estrutura da empresa, que diferencia a Eletrobrás do Sistema Eletrobrás, além do grau de maturidade da tecnologia já desenvolvida no mercado (Erber e Amaral, 1993).

No quadro interno, as limitações do dinamismo industrial baseado num modelo dependente de tecnologia se somaram a outros problemas, como a dependência do financiamento externo, o relativamente fraco desempenho exportador e a falta de competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional, além da instabilidade macroeconômica e das fortes distorções regulatórias sobre investimentos, preços, tarifas públicas e salários (Suzigan, 1988; Suzigan, 1996; Suzigan e Furtado, 2006). Com a disparada da inflação e o crescimento da dívida externa, a política econômica deixou de lado o esforço industrializante e passou a se orientar por planos de estabilização. A partir deste momento era necessário para o país desenvolver competências específicas para uma melhor inserção nas cadeias produtivas e de atividades tecnológicas destas empresas.

Esta é a configuração para a reestruturação da indústria de transformação nas décadas de 1980 e 1990. Entra em pauta, a partir daí, a necessidade de um novo padrão para a indústria brasileira, buscando uma maior sensibilidade às exigências do mercado mundial, combinando produtividade, capacidade de inovação e competitividade.

2.2. Novos tempos para a indústria de transformação brasileira: a reestruturação produtiva e organizacional e a demanda por profissionais qualificados

A década de 1980 foi um período de inflexão para a trajetória de crescimento da economia e da indústria brasileira. Após anos de crescimento econômico expressivo da economia mundial, as crises relacionadas ao preço do petróleo, a primeira em 1973 e a mais grave em 1979³³, se somaram às dificuldades enfrentadas pelos países em desenvolvimento³⁴ no sistema financeiro internacional para definir os novos problemas da ordem econômica brasileira na década de 1980. A opção de utilizar recursos externos para o financiamento da última etapa do processo de formação do parque industrial brasileiro, no final da década de 1970, chegava ao fim. Até então, o Brasil contava com o fluxo de recursos internacionais para manter o investimento e o crescimento econômico nacional, ao mesmo tempo em que a pressão inflacionária era mantida

33 Tavares (1985) apresenta uma opinião crítica sobre as manobras da política macroeconômica norte-americana para a retomada de sua liderança econômica e política a partir da valorização do dólar e da manutenção do padrão de consumo. Estas políticas foram importantes para a determinação do cenário político e econômico da década de 1980, não só nos Estados Unidos, mas também para determinar a estrutura industrial dos outros países ligados a sua economia através da exportação de bens para o mercado norte-americano.

34 A moratória mexicana, em 1982, acabou despertando a desconfiança da capacidade de honrar os compromissos dos países em desenvolvimento (Belluzo e Almeida, 2002).

sob controle. Com um novo cenário de alta de preços internacionais e restrição de crédito ao Brasil, os reflexos na economia se deram na forma de rápida aceleração da inflação e do crescimento da dívida pública em razão do aumento dos juros (Belluzo e Almeida, 2002).

Desta forma, a orientação da política econômica ao longo de toda a década de 1980 deixou de lado a preocupação com o mercado interno – e os estímulos para o crescimento e o desenvolvimento industrial – para rapidamente assumir um caráter de medidas de curto prazo e de promoção de recessão na indústria, caminho escolhido para estabilizar a posição macroeconômica (Suzigan, 1988). O rompimento com o histórico das políticas industriais e a crise do modelo de Substituição de Importação resultou num período de grande instabilidade na economia, onde as principais medidas para tentar controlar a dívida pública e a inflação acabaram produzindo uma década de queda nos investimentos, na produção e estagnação na economia de modo geral³⁵. Um exemplo é a redução da participação do investimento no PIB, que passou de 23,6% em 1980 para 15,5%, em 1990 (Belluzo e Almeida, 2002).

Em relação à política industrial, as diretrizes adotadas a partir da década de 1980 restringiam a demanda interna como forma de estimular as exportações, além de estabelecerem barreiras não-tarifárias que fecharam ainda mais o acesso a importações. O objetivo era gerar saldos comerciais para que fosse possível ao governo enfrentar pelo menos o serviço da dívida. Outras medidas adotadas foram a redução dos investimentos públicos em infra-estrutura, maior controle de preços e tarifas públicas, além de cortes nos incentivos para financiamento industrial (Suzigan e Furtado, 2006).

A instabilidade da economia e a necessidade de promover as exportações ajudaram a aproximar a indústria de transformação brasileira e as mudanças no padrão de produção industrial que se desenhava nos países centrais desde meados dos anos de 1970. Nesta época, a intensificação da concorrência mundial com a entrada de competidores japoneses e o aumento da velocidade das mudanças tecnológicas no mercado internacional trouxe para as empresas dos países industrializados a necessidade de reduzir seus custos e aumentar as inovações em processo e produto como saída para as limitações a sua expansão. Ainda que de maneira seminal e com adaptações à realidade nacional, a indústria de transformação brasileira começou a incorporar algumas dessas inovações tecnológicas e organizacionais que as principais economias capitalistas

35 Durante a década de 1980 a inflação alcançou o patamar de 100% entre 1980 e 1982, ultrapassando os 200% em 1983, em razão da maxidesvalorização cambial (Belluzo e Almeida, 2002).

passaram a adotar como novo paradigma produtivo, principalmente o “modelo japonês” de produção³⁶ (Gitahy, 1994).

De modo geral, este modelo estava representado pelo aumento da flexibilidade e integração da produção a partir de dois elementos: a produção enxuta e horizontalizada, que acompanhava as variações na demanda para determinar o ritmo de produção; e a automação com base na microeletrônica. Com a intenção de reduzir os tempos mortos da produção e ampliar os tempos de ocupação das maquinarias, a produção era organizada de forma horizontal, onde o produtor e seus fornecedores atuavam de forma integrada³⁷, tanto no controle do fluxo de produção – o *Just in Time*³⁸ – quanto no desenvolvimento de novos produtos. Esta proximidade com os fornecedores estava ligada à especialidade da empresa montadora em funções e competências consideradas fundamentais, enquanto as outras atividades que envolvessem a produção eram realizadas pelas empresas fornecedoras (Gitahy, 1994).

A evolução dos computadores e a introdução desses componentes em máquinas e equipamentos permitiram que os processos de manufatura fossem executados de uma nova forma dentro da fábrica. A incorporação de componentes microeletrônicos forneceu aos planejadores da produção a possibilidade de programar através de comandos computadorizados as atividades que seriam realizadas automaticamente pelas máquinas. Dessa forma, as tarefas que antes dependiam de operários para serem realizadas passaram a ser automatizadas e determinadas por profissionais mais qualificados e com outras competências do que os operários do modelo anterior.

Em Giannotti *et al* (1994), Luciano Coutinho oferece três exemplos de como os processos baseados na microeletrônica alteraram as atividades produtivas. Nas indústrias de

36 Apesar de haver características em comum, o modelo de produção flexível adotado por vários países, regiões e setor econômico passou por adaptações para se ajustar às condições específicas de produção e interesses (Gitahy, 1994).

37 Existe uma hierarquia de funções entre os fornecedores e cada um possui diferentes responsabilidades produtivas, porém só os de primeiro nível, chamados sistemistas, estão diretamente ligadas às montadoras e trabalham num sistema integrado, que permite sua participação no processo de desenvolvimento de produto. Os primeiros fornecedores entram em contato e coordenam as empresas da segunda hierarquia e assim sucessivamente (Gorender, 1997; Gitahy, 1994).

38 O *Just in Time* é um instrumento de controle da produção que busca atender à demanda da maneira mais rápida possível e minimizar os vários tipos de estoque da empresa (intermediários, finais e de matéria-prima). O sistema pode tanto abarcar a relação da empresa com seus fornecedores e consumidores (*Just in Time* externo), como os vários departamentos e setores que compõem uma mesma empresa (*Just in Time* interno) (Leite, 2005).

processo contínuo³⁹ – grandes refinarias, plantas de papel e celulose, cimento – a introdução de controle computadorizado e a evolução da tecnologia possibilitaram que a fábrica, que outrora dependia de técnicos especializados para controle do fluxo do processo em cada segmento e de engenharia para a otimização, passasse a ter sua produção controlada por um grande computador central.

Nas linhas de manufatura, com destaque para bens de capital sob encomenda, as Máquinas-Ferramenta de Comando Numérico, num primeiro momento, e os sistemas CAD/CAM⁴⁰ permitiram a elaboração de desenhos das peças a serem produzidas pelo computador, bem como o planejamento e monitoramento computadorizado de todo o processo de manufatura. As instruções e especificações para produzir eram introduzidas por um engenheiro nos programas acoplados a máquina, que realizava o processo automaticamente. Dessa forma, as novas máquinas e programas simplificaram a complexa realização da atividade produtiva devido às rígidas especificações que antes dependiam do conhecimento e da habilidade do torneiro (Giannotti *et al*, 1994).

Um terceiro exemplo está na automação das indústrias de linha de montagem pela utilização de robôs. Inicialmente desenvolvidos para realizar atividades mais perigosas, como soldagem e pintura, esses equipamentos buscavam substituir o trabalho humano através da reprodução dos movimentos de um operário em determinada atividade. Com o avanço das técnicas de programação, a utilização dessas máquinas deixou de estar condicionada a imitação de um homem para ter um padrão próprio e mais eficiente de funcionamento (Giannotti *et al*, 1994).

Essa nova forma de produzir, em que as máquinas e equipamentos automatizados possibilitavam uma produção que substituíam parte do trabalho no processo de produção, trazia consigo novas formas de organização da força de trabalho, que davam maior autonomia ao trabalhador no chão de fábrica ao mesmo tempo em que lhe eram atribuídas novas responsabilidades (Consoni, 1998). A produção passou a ser dividida em equipes encarregadas de um conjunto de tarefas, nas quais poderiam decidir como estabelecer seu programa de trabalho tendo em vista a meta fixada pela gerência, sob os aspectos da qualidade e da quantidade. A

39 Unidades todas em que o processo não pode parar, envolvendo necessariamente transformações físico-químicas contínuas e em grande escala (Giannotti, 1994).

40 *Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*.

preocupação com a qualidade da produção era constante e cada equipe era responsável pela qualidade de sua etapa, onde os erros deveriam ser mínimos, de forma a eliminar a necessidade de manutenção e reparos no fim da produção. Os membros das equipes deveriam ser operários polivalentes, com o domínio de vários ofícios, o que permitiria que ele trabalhasse em diferentes máquinas e atividades ao mesmo tempo (Gorender, 1997: 315).

Dessa forma, parte significativa do trabalho passa a incorporar novas funções consideradas indiretas, como monitoramento constante do processo, o controle de qualidade a cada etapa de produção, pequenas tarefas de manutenção e supervisão direta das próprias operações. Todas essas características apontavam a necessidade de trabalhadores qualificados para executar as atividades relacionadas ao processo produtivo, já que estes assumiam certa autonomia e responsabilidade sobre tarefas que envolviam o fluxo da produção. O trabalho parcelado, rígido e com grande conteúdo manual, característico do operário com baixa qualificação do taylorismo-fordismo tenderia a diminuir⁴¹, na medida em que cresceriam as atribuições indiretas e a participação de trabalhadores com qualificação (Consoni, 1998).

Nesse sentido, os engenheiros e os profissionais qualificados ligados a área técnica, por terem domínio dessas competências, passam a se destacar em razão da maior complexidade das atividades de produção, do empenho em atividades tecnológicas por parte das empresas, aumento do nível científico e tecnológico das máquinas e de seu suporte técnico (Freeman, 1985; OCDE, 1992 apud Consoni, 1998).

Algumas dessas mudanças também começaram a ser introduzidas no Brasil no início da década 1980, porém em poucas empresas e em diferentes setores, num ritmo vagaroso e com adaptações significativas, principalmente em relação à organização do trabalho. Em função da delicada posição externa da economia brasileira e a necessidade de aumentar suas exportações, algumas empresas passaram a se preocupar com a qualidade da produção. O objetivo era aumentar a competitividade e a eficiência da produção (Gitahy, 1994). As primeiras práticas efetivas de implementação deste modelo vieram com a adoção dos Círculos de Controle de Qualidade (CCQs), mas sem contar com o caráter participativo que os operários deveriam ter em

41 Apesar da tendência em diminuir e de ganhar novas atribuições, o trabalho manual e repetitivo não está sendo eliminado plenamente das economias industriais. Parte significativa do trabalho direto dos operários especializados continua sendo necessário, principalmente em setores em que se utilizam métodos tradicionais, como na linha de montagem final da produção de bens de consumo durável (Kern e Schumann, 1988 apud Consoni, 1998).

decisões relacionadas com o processo produtivo em razão da resistência das empresas em atribuir responsabilidades aos operários (Deitos, 2006; Leite, 2005).

Num segundo momento, em meados da década de 1980, as novas práticas se relacionavam com a adoção pontual de programas ou pacotes de inovações referentes à tecnologia de processo e de produto, como a utilização de sistemas CAD/CAM, *Just in Time*, celularização de produção, tecnologia de grupo, sistemas de qualidade total com utilização de Controle Estatístico de Processos (CEP)⁴², os Controladores Lógico-Programáveis (CLP), robôs, Máquinas-Ferramenta de Comando Numérico (Leite, 2005). Porém, a maneira parcial como esses programas eram implementados, em alguns setores dentro da empresa, limitava os resultados obtidos (Gitahy, 1994).

Outro ponto da adaptação do modelo para a indústria de transformação brasileira foi a adoção destas novas técnicas sem que fosse alterada a organização do trabalho, como era esperado devido às características das inovações ligadas ao modelo flexível de produção. Segundo Leite (2005), apoiada em estudos empíricos a respeito de diferentes cadeias produtivas da indústria brasileira, a literatura aponta para a evidência de reforço das características de uma estrutura organizacional do trabalho baseado em processos rígidos e pouco qualificado, prescrição de tarefas, ausência de autonomia e de equipes de trabalho, reafirmando as limitações da estrutura brasileira em relação às mudanças no uso do trabalho.

Uma explicação para tal caráter das adaptações do modelo flexível de produção estaria nas características da conjuntura econômica e social brasileira na época, segundo aponta Consoni (1998) em sua revisão dos aspectos que envolveram os padrões de emprego do setor automobilístico. O baixo custo da força de trabalho e os baixos salários se contrapunham ao alto custo das máquinas e equipamentos compostos pela tecnologia de automação, o que torna mais barata a produção baseada em trabalho do que a automação. Dentro de um ambiente econômico instável, o que dificulta o investimento, e de um mercado interno protegido, a opção que se mostrou eficaz foi de automação parcial com manutenção da participação do trabalho humano – mesmo sendo uma modernização limitada, ela foi suficiente para proporcionar aos empresários o aumento da produtividade e da competitividade a partir dessa estrutura.

42 “O Controle Estatístico de Processo (CEP) caracteriza-se pela integração do controle de qualidade à produção, por meio da utilização de conceitos básicos de estatística na inspeção das peças, que passa a ser feita pelos próprios operadores de máquina” (Leite, 2005: 4).

O aprofundamento das reformas teve início já no final dos anos 1980, mas se consolida na década 1990, quando medidas visando imprimir maior competitividade no mercado interno brasileiro, o controle do processo inflacionário e a estabilização da situação financeira do país foram implementadas. Com o objetivo de reverter a estagnação da economia que resultou na “década perdida”, as políticas de abertura comercial e de estabilidade monetária trouxeram um novo ambiente que provocou uma reestruturação ampla nas atividades da indústria de transformação. Ainda que algumas empresas já estivessem em curso de mudança na década de 1980, como visto acima, o ritmo e a profundidade a partir da década de 1990 foram maiores.

2.2.1. A década de 1990 e a reestruturação da indústria de transformação

A década de 1990 veio consolidar um projeto de modernização e estabilidade monetária com orientação neoliberal, baseando-se nos princípios de ajuste fiscal, redução do tamanho do Estado e reformas comercial e financeira. Com o diagnóstico de que uma economia protegida da competição externa não estimulava o investimento em qualidade e eficiência, dado que o mercado interno estava assegurado, a solução estaria na abertura do mercado interno para as importações como mecanismo determinante da dinâmica do mercado. A entrada de produtos estrangeiros exerceria pressão competitiva sobre o empresariado e provocaria a retomada dos investimentos, que permaneceram estagnados ao longo da década de 1980. Esses investimentos promoveriam o crescimento da produtividade, dando início ao círculo virtuoso de crescimento e distribuição de renda numa economia com competitividade (Franco, 1996). Dessa forma, acreditava-se que a promoção do crescimento teria origem na área privada e o governo deixaria de ser o agente primordial do processo de desenvolvimento.

Essas políticas implicam em movimentos de reestruturação das empresas ao novo ambiente econômico que se formava. As preocupações em relação à qualidade e a eficiência da produção se tornavam ainda maiores, já que a competição passou a se dar também no mercado interno. O ajuste que começara de maneira pontual e dispersa na década de 1980 foi então ampliado. Entretanto, o modo como as políticas de abertura foram conduzidas ao longo da década e as restrições que se colocavam periodicamente para a economia brasileira determinaram as escolhas feitas. Essas políticas podem ser divididas em dois momentos: a abertura comercial e privatizações acompanhadas por recessão, entre os anos 1990 e 1992; e o controle da inflação com oscilações no crescimento, a partir do Plano Real.

Em razão da instabilidade macroeconômica e da aceleração do processo inflacionário, o caminho escolhido pelo governo Collor no início dos anos 1990 foi implementar uma série de reformas, com destaque para a abertura econômica e a privatização. Estas medidas tinham como propósito modernizar a estrutura, ao mesmo tempo em que buscavam facilitar a aquisição do novo modelo técnico-produtivo internacional, no plano da inovação tecnológica, da gestão da produção e da organização do trabalho (Deitos, 2006). Porém, a persistência da instabilidade no ambiente macroeconômico, com o descontrole da taxa de inflação e a maior recessão da história da economia brasileira, além da rápida exposição da indústria de transformação a competição internacional, trouxeram um ambiente hostil para o desenvolvimento e o investimento industrial (Bezerra, 2005).

Com a política de abertura comercial, as indústrias brasileiras foram expostas à competição externa, porém com uma rapidez que superou inclusive as próprias metas estipuladas. Segundo Moreira e Correa (1997), o plano de redução das alíquotas de importações, que tinha término previsto para 1994, foi antecipado em 1992 com a redução de seis meses no prazo de conclusão da reforma. A tarifa média de importações brasileira passou de 51,3% no final da década de 1980 para 32,2% em 1990 e 11,2% em 1994.

Neste cenário de instabilidade política e econômica e sem apoio efetivo para promover investimentos em atividades tecnológicas, a reação da indústria se deu pela adaptação com um ajuste defensivo, onde o objetivo era o corte de custos. A concorrência com produtos importados e com preços competitivos tornou a estrutura diversificada e ao mesmo tempo ineficiente das empresas, que havia sido formada ao longo do processo de substituição de importações, difícil de ser sustentada. Para sobreviver ao novo padrão de concorrência, a opção feita por muitas empresas foi redefinir sua área de atuação, abrindo mão de parte da ampla gama de atividades e de produtos que produziam internamente, mesmo quando não havia escala para isso, para se concentrarem no conjunto de atividades que ofereciam melhor retorno e eficiência, além de proporcionar redução de custos. Furtado (2004) descreve brevemente a racionalidade por trás dessas decisões

“De um ponto de vista microeconômico, cada uma das atividades menos eficientes (em termos produtivos ou comerciais) contribui com uma proporção menor de produto líquido (produção deduzida de insumos) do que aquela proporção em que utiliza os fatores; e a sua respectiva produtividade é, por isso, inferior à média. A supressão desses produtos ou dessas atividades gera, então, uma contribuição líquida positiva em termos de indicadores médios. (...) Em vários casos, a

simples supressão de produtos, linhas de produtos ou etapas produtivas permitiu elevar a competitividade média da empresa e do seu setor, com a troca de produção interna (menos eficiente) por produção externa (mais eficiente). Esta troca fez-se por produção importada em alguns casos, nacional em muitos outros” (2004: 10).

Com isso, o portfólio de produtos e atividades realizadas pelas empresas anteriormente foi reduzido, resultando na terceirização e subcontratação de muitas destas atividades e o conseqüente fechamento de unidades para aumentar a produtividade – reajustes que vieram acompanhados de cortes substanciais no emprego (Coutinho e Ferraz, 1993).

Além do ajuste defensivo, o ambiente proporcionado pelas políticas econômicas trouxe para a indústria de transformação uma nova fase a respeito da utilização dos programas e processos de produção flexível e de seus reflexos sobre os trabalhadores. A necessidade de aumentar a qualidade e a eficiência da produção levou um maior número de empresas a uma reestruturação mais profunda do que havia acontecido anteriormente, muitas vezes começando com a implementação dos programas de controle de qualidade (Gitahy, 1994). Com os ajustes a partir da década de 1990, as mudanças foram aceleradas na direção de novas estratégias organizacionais e tecnológicas, bem como na adoção de novas formas de gestão do trabalho, mais compatíveis com as necessidades de flexibilização da produção e com o envolvimento dos trabalhadores com a qualidade e a produtividade (Leite, 2005; Gitahy, 2000).

As mudanças em relação ao modelo antigo puderam ser vistas primeiramente na organização do trabalho, que exigiam menos recursos do que investimentos em novos equipamentos de automação. De maneira heterogênea, as empresas em diferentes setores deram início a várias iniciativas que buscavam integrar o trabalhador e atribuir-lhe maior responsabilidade dentro da atividade produtiva. O exemplo dado por Gitahy (2000) é a implementação do Controle Estatístico de Processo, que buscava diminuir a necessidade de supervisores de qualidade e de retrabalho da produção devido a defeitos. Além desses, o *Just in Time*, o avanço dos programas de qualidade, *kanban*, “células de produção”, entre outros (Castro, 2001).

Como visto, para que essas práticas fossem implementadas as empresas deveriam contar com trabalhadores mais qualificados, aptos a trabalhar com processos de trabalho mais complexos. Segundo Leite (2005) e Consoni (1998), estudos setoriais realizados neste período apontavam evidências de crescimento da promoção de cursos e treinamento para a qualificação

dos trabalhadores, simplificação das estruturas de cargos e salários e a diminuição dos níveis hierárquicos, além da elevação da escolaridade formal para tarefas de produção direta.

Entretanto, mesmo indicando mudanças importantes, a magnitude deste processo e a forma que foi conduzido pelas empresas tiveram reflexos sobre o mercado de trabalho. As novas formas de organização da produção contribuíram para a demissão em massa dos trabalhadores considerados pouco adequados, como os de baixa escolaridade e de mais idade, que teriam mais dificuldade para se adaptar aos novos conceitos de produção (Leite, 2005: 11). Além da preservação de atividades em que o trabalho manual, rotineiro e rígido em algumas etapas do sistema produtivo. Cabe também destacar que a redução dos níveis hierárquicos afetou também os cargos de gerência, o que resultou em demissão e crescimento da busca de diversos tipos de cursos e programas de requalificação destes profissionais (Gitahy, 1994).

O resultado desses primeiros anos para a indústria de transformação e para a economia de modo geral foi contração da produção e do crescimento. Segundo Kupfer (1998), a persistência dos problemas macroeconômicos, principalmente em razão da baixa credibilidade do governo e a ausência ou inadequação das pré-condições estruturais e sistêmicas para a abertura (com destaque para as condições da infra-estrutura física e tecnológica), e o desconhecimento dos efeitos da abertura contribuíram para a formação de ambiente de incerteza para a indústria, onde o investimento e a produção se mantiveram em níveis baixos, agravando o processo recessivo da economia brasileira.

A estabilidade econômica foi alcançada a partir da edição do Plano Real, em 1994, onde se esperava dar início a uma nova fase para a economia brasileira. A estratégia traçada era de ampliação da abertura comercial conjugada com dois elementos: juros elevados e valorização da moeda nacional. O primeiro foi utilizado como mecanismo para a atração de capital internacional, aproveitando a liquidez internacional, enquanto o segundo ampliava os efeitos da abertura comercial ao baratear a compra de produtos importados, inclusive máquinas e equipamentos e outros insumos para investimento.

O resultado inicial das novas políticas para a estabilização foi de controle das taxas de inflação, principalmente dos bens comercializáveis, em razão da pressão competitiva dos bens importados, além da retomada do crescimento e da produção industrial (Bezerra, 2005). Cabe aqui também apontar o efeito positivo da estabilização de preços e a redistribuição de renda sobre a expansão da demanda nos primeiros anos do Plano (Castro, 2001; Kupfer, 1998), quando o

consumo das famílias cresceu 7,44% em 1994 e 8,62% em 1995, segundo dados oficiais⁴³, movimento que havia sido interrompido em meados da década de 1980 (Castro, 1999). Castro (2001) descreve brevemente como as distorções na comparação de preços causadas pelo longo período de inflação continuavam a confundir os consumidores no início da década de 1990 – “era difícil exercer a contestação via não aquisição de mercadorias que pudessem (talvez) ser adquiridas em melhores condições” (2001: 9). Somente com a estabilização dos preços, a partir de 1994, a competição dos produtos nacionais com os importados foi sentida e permitiu a possibilidade de comparação de preços por parte dos consumidores.

No entanto, essa fase de prosperidade foi interrompida em função do impacto de sucessivas crises ocorridas no cenário mundial ao longo da década, que repercutiam no Brasil principalmente na forma de fuga de capitais. É o caso da crise mexicana, em 1995, da crise asiática em 1997, que atinge a Tailândia, Coréia, Indonésia e Hong Kong, e da crise russa, de agosto de 1998. Para assegurar que os capitais e os investimentos continuassem no país e, principalmente, manter a política de sobrevalorização da moeda o governo elevava, a cada crise, a taxa de juros (DIEESE, 2004). Estas restrições externas se somavam à difícil posição em que a Balança de Pagamentos brasileira se colocava, onde o aumento do déficit comercial apontava a vulnerabilidade da economia frente à necessidade de crédito internacional (Castro, 1999). A partir de então, a economia passou a apresentar taxas de crescimento moderadas e decrescentes, refletindo na indústria de transformação – as taxas de crescimento apresentaram quase estagnação – e no agravamento da situação do emprego.

Tabela 2.1: Taxas anuais de crescimento real do PIB e do valor adicionado pela indústria da transformação na década de 1990 (em %). Saldo da Balança comercial (em US\$ bilhões).

	PIB	Indústria de transformação	Balança comercial (em US\$ bilhões)
1990	-4,3	-9,5	10,75
1991	1,0	0,1	10,58
1992	-0,5	-4,2	15,24
1993	4,7	9,3	13,30
1994	5,3	8,1	10,47
1995	4,4	4,9	-3,46
1996	2,2	0,1	-5,60
1997	3,4	2,5	-6,75
1998	0,0	-4,8	-6,57
1999	0,3	-1,9	-1,20

Fonte: <www.ipeadata.gov.br>. Acesso em 06 de jan. de 2010.

43 Dados Ipeadata <www.ipeadata.gov.br>. Acesso em 06 de jan. de 2010.

As medidas tomadas na implementação do Plano Real equivaleram a um aprofundamento do grau de exposição internacional da indústria brasileira que já havia sido iniciado pela abertura comercial. Os impactos da valorização do câmbio e da redução tarifária após o Plano Real⁴⁴ sobre os níveis de proteção real da indústria provocaram o acirramento da competição com produtos importados, impulsionando as empresas a seguirem no processo de reestruturação das suas atividades. A diferença em relação ao período anterior, pelo menos nos primeiros anos do Plano, estava na perspectiva de crescimento ocasionada pelo controle da inflação e da expansão da demanda, o que possibilitava a retomada de projetos de mais longo prazo. Neste momento, as empresas possuíam uma perspectiva de retomada de crescimento após uma década e meia de instabilidade e estagnação. Era preciso, então, que a indústria nacional intensificasse o processo de reestruturação iniciado nos primeiros anos da década (Castro, 2001).

Para Castro (2001), os anos após a implementação do Plano Real colocaram um novo campo de possibilidades para as empresas, distinto do cenário do período anterior. Entre os anos de 1990 e 1993, a instabilidade da economia acabou direcionando a reestruturação da indústria de transformação pelo caminho do enxugamento das atividades e crescimento da terceirização. Contudo, Castro (2001) chama a atenção para o fato de que este momento também trazia um reposicionamento que definiu as trajetórias futuras possíveis de cada empresa a partir de então. Isto porque a eliminação de funcionários, de linhas de produto e de equipamento consistia numa análise crítica da própria empresa para selecionar e eliminar estratégias futuras que não poderiam mais ser desenvolvidas. Desta forma, “eram preservados aqueles recursos e desenvolvidas aquelas capacitações percebidos como dotados de potencial” (2001: 9).

Com a estabilidade e o crescimento alcançado nos primeiros anos do Plano Real, as empresas retomaram a possibilidade de estabelecerem planos de longo prazo, o que permitiu o retorno dos investimentos e o aprofundamento da reestruturação. Segundo Castro (2001), esses investimentos já aconteciam nos segmentos e nas atividades selecionadas pelas empresas como importantes. Ao mesmo tempo, as oscilações no crescimento e os potenciais problemas do déficit externo acabaram imprimindo uma atitude de cautela nas determinações desses investimentos. Assim, Bielshowsky (1999) afirma que a economia brasileira apresentou um mini-ciclo de

44 A estrutura de proteção foi ampliada até o fim de 1994 por conta do programa de estabilização de preços e dos compromissos assumidos pelo país com a formação do Mercado Comum do Sul (Mercosul) (Moreira e Castro, 1997).

investimentos entre os anos de 1995 e 1997 em razão dessa nova estrutura colocada para a indústria de transformação. A busca por eficiência e competitividade continuava acontecendo como no período de ajuste por enxugamento de atividades e novas práticas de gestão, mas a partir de 1994, a reestruturação industrial passou também a contar com recursos destinados para a modernização da atividade produtiva.

Ainda considerando a heterogenia do processo entre empresas e setores, a indústria retomou os projetos de investimento, que tiveram seu último ciclo de expansão na década de 1970, tendo por objetivo a modernização das plantas que estavam obsoletas. As evidências foram apresentadas por Bielschowsky (1999) a partir da pesquisa com 730 empresas realizada pela CNI/CEPAL na qual se identificou o perfil do planejamento do investimento nos primeiros anos após a estabilização. O período entre 1995 e 1997 apresentou um crescimento no investimento da ordem de 82% em relação ao biênio de 1992-93, o que apesar de ser um aumento significativo, apenas restabeleceu o nível apresentado na década de 1980.

Quando considerado o tipo de investimento que estava sendo estabelecido pelas empresas, o objetivo principal ainda era, em grande medida, a modernização das plantas produtivas para redução de custos, com menor participação dos investimentos para a expansão e construção de novas plantas ou ainda investimentos em novos produtos. Isso porque, apesar das perspectivas positivas em relação à expansão do mercado, as oscilações na macroeconomia durante o período aumentavam a incerteza dos empresários a respeito da continuidade do processo. Dessa forma, as decisões de investimentos foram tomadas pela necessidade de restabelecer a competitividade das empresas no mercado brasileiro frente à concorrência com os produtos importados do que dar início a uma nova estratégia de crescimento (Bielschowsky, 1999).

Apesar das diferenças setoriais, as empresas buscaram convergir para o padrão produtivo dos países industrializados através da modernização das plantas nacionais. Nesse sentido, a abertura comercial e o câmbio facilitavam a aquisição dos equipamentos com maior capacidade produtiva presentes na indústria internacional pelo barateamento do seu preço em moeda local⁴⁵ (Castro, 2001). Com o investimento em aquisição de máquinas e equipamentos

45 Os dados apresentados por Moreira e Correa (1997) em relação às mudanças na balança comercial brasileira reforçam o argumento da modernização da indústria com aquisição de máquinas e equipamentos importados. O setor apresentou o maior coeficiente de penetração das importações dos setores avaliados – 39%

baseados na tecnologia de microeletrônica, que permitiam o controle automático das linhas de produção, as empresas incorporaram a parte da fronteira tecnológica em termos produtivos e puderam melhorar rapidamente seu desempenho, retomando o crescimento do produto, porém contando também com crescimento da produtividade⁴⁶ (Bielschowsky, 1999; Castro, 2001).

Uma ressalva que deve ser feita em relação ao processo de modernização está na descontinuidade de muitas linhas de maior intensidade tecnológica por parte das empresas. Com a preocupação em se adaptar ao novo padrão produtivo ao qual estava sendo exposta, a indústria brasileira focou seu ajuste na busca por eficiência produtiva semelhante ao dos países centrais. Nesse sentido, os setores de maior intensidade tecnológica, como a indústria eletrônica, onde o escasso domínio das técnicas, as dificuldades de natureza financeira e a insuficiência de escala foram determinantes para o fechamento de empresas e redução das atividades tecnológicas ao ser expostas a abertura comercial (Castro, 2001).

Entretanto, a partir dessa nova estrutura, era necessário que a indústria de transformação desse início ao desenvolvimento autônomo de atividades que envolvesse maior empenho tecnológico. Isso porque o novo padrão de produção flexível trouxe um maior empenho em atividades tecnológicas por parte das empresas em nível global, o que ajudou a reduzir o ciclo de vida de novos produtos e o tempo entre as descontinuidades tecnológicas, além de permitir maior diferenciação em produtos. Para conseguir uma inserção competitiva no mercado internacional, era preciso que as empresas brasileiras investissem em atividades tecnológicas (Castro, 2001).

Nessa nova configuração da indústria de transformação brasileira era esperado que a participação de profissionais qualificados, principalmente engenheiros, se alterasse, tendo em vista a complexidade das tecnologias e a necessidade de programação das novas máquinas. Mesmo com a permanência de atividades em que o trabalho manual ainda era necessário (Consoni, 1998), a modernização das plantas produtivas a partir do Plano Real veio reforçar a nova organização da produção e as técnicas de gestão do trabalho na reestruturação industrial e o aumento da qualificação dos trabalhadores. Ao mesmo tempo e em direção contrária ao efeito da

enquanto a média da indústria foi de 14% – ao mesmo tempo em que teve redução de seu índice de comércio intra-indústria, o que resultou em elevado déficit comercial.

46 Apesar da controvérsia a respeito da magnitude do crescimento da produtividade, dada as deficiências das informações nas bases de dados, a literatura concorda que a reestruturação industrial da década de 1990 apresentou maior crescimento do produto em relação aos fatores utilizados para a produção. Para maiores detalhes ver Kupfer (1998).

modernização, a interrupção de linhas de produto com maior conteúdo tecnológico e de atividades tecnológicas em alguns setores pode direcionar para uma menor participação desses profissionais na estrutura do emprego da indústria de transformação.

2.3. Principais conclusões do capítulo

A revisão da história da engenharia no Brasil mostra como esses profissionais foram importantes em diferentes momentos para o processo de desenvolvimento econômico e social do país. Primeiramente, ainda que distantes das atividades industriais, os engenheiros foram os responsáveis pelo desenvolvimento da infra-estrutura necessária para a integração das atividades econômicas no interior do país com seu mercado consumidor. Anos depois, se envolveram com o início da formação da indústria pesada em empresas estatais, quando a dinâmica econômica passa a ser o atendimento das demandas internas do país. Somente a partir do direcionamento das políticas econômicas para a formação do parque industrial brasileiro, em meados da década de 1950, é que os engenheiros passaram a se envolver fortemente com a organização e a realização das atividades produtivas, assim como acontecia nos países industrializados.

O panorama da indústria de transformação permitiu identificar o papel atribuído à engenharia ao longo das diferentes fases da história da indústria de transformação e entender a importância desses profissionais. Desde o começo da formação da indústria, a engenharia passou a participar de seu desenvolvimento assumindo diferentes posições. Durante o processo de fortalecimento da indústria via substituição de importações e proteção ao mercado interno, entre os anos 1950 e 1970, a participação da engenharia se estabeleceu como profissionais responsáveis pela concepção e planejamento das atividades produtivas, ligados a gerência; e pela supervisão da realização da produção, próximos ao chão de fábrica. Essas duas funções, relacionadas ao modo taylorista-fordista de produção em massa, se somaram ao longo período de crescimento econômico para determinar a ampla demanda por esses profissionais.

Uma terceira participação da engenharia se deu no desenvolvimento tecnológico deste período, ainda que em menor medida e dependente dos desenvolvimentos dos países industrializados. Mesmo com seguindo com a opção de importar a tecnologia em detrimento do desenvolvimento autônomo, os esforços para a adaptação destas tecnologias às características e as restrições do mercado brasileiro permitiu um aprendizado importante no domínio das técnicas e avanços significativos em relação à engenharia de processo.

Mas as profundas mudanças no cenário econômico alteraram a estrutura da indústria a partir do final da década de 1980. O fim do apoio estatal para a produção, aceleração da inflação, incertezas em relação ao futuro, todos foram fatores que contribuíram para a queda do investimento e a estagnação da economia ao longo da década. A tentativa de contornar a situação e provocar novamente o processo de desenvolvimento também contou com os profissionais de engenharia. Buscando provocar a modernização da indústria e o aumento de competitividade, as políticas econômicas abriram o mercado brasileiro e expuseram a indústria brasileira às novas práticas produtivas e organizacionais vigentes nas indústrias internacionais.

E a provocação teve efeito. Ainda que de maneira distinta entre os setores, a reestruturação industrial se deu com maior definição em dois momentos da década de 1990, quando as empresas se voltaram para as inovações do modelo de produção flexível. A primeira segue até 1993, quando as mudanças foram guiadas por uma reestruturação defensiva, ainda sem retomar os investimentos, mas com a implementação de técnicas de organização da produção e da gestão do trabalho para aumentar a produtividade. Com isso, a participação de profissionais qualificados para atuarem com maior autonomia e utilizar as novas ferramentas organizacionais cresceu.

O segundo momento teve início com a estabilização da inflação e a recuperação do crescimento econômico após o Plano Real, em 1994. A perspectiva de expansão do consumo e o aprofundamento da competição no mercado interno trouxeram para a indústria a retomada do investimento em máquinas e equipamentos, renovando o parque produtivo que havia se tornado obsoleto após mais de uma década sem ser renovado. Com isso, a indústria teve a oportunidade de também aderir ao padrão tecnológico que definia a produção flexível, composto por máquinas e equipamentos baseados em microeletrônica. Esse é mais um fator para aumentar a importância da qualificação da mão-de-obra, que deve estar apta para planejar, programar e operar a nova tecnologia. Porém, as limitações em relação ao desenvolvimento tecnológico autônomo e a descontinuidade de atividades que envolviam conhecimento desses profissionais também influenciam o emprego dos profissionais de engenharia.

Assim, a reestruturação industrial com a adesão das inovações técnicas e organizacionais e a preocupação com a qualificação da mão-de-obra para executar as atividades produtivas permite, então, que seja retomada a principal questão dessa dissertação. As novas tecnologias e as novas formas de administrar a produção necessitam de profissionais com domínio de

competências técnicas para o planejamento da produção e para a resolução de problemas. Dessa forma, teria a reestruturação industrial alterado a participação dos engenheiros no emprego da indústria de transformação? Além disso, estariam esses engenheiros se envolvendo em atividades tecnológicas? Essas questões serão respondidas nos próximos dois capítulos.

CAPÍTULO 3 - A ENGENHARIA NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA APÓS A REESTRUTURAÇÃO INDUSTRIAL

A discussão da literatura desenvolvida nos capítulos anteriores permitiu que se estabelecesse o entendimento da importância da participação dos profissionais de engenharia no desenvolvimento das atividades econômicas de um país, principalmente as industriais. O capítulo 1 discutiu a importância dos engenheiros como profissionais qualificados para atuar em atividades tecnológicas, fundamentais para o processo de desenvolvimento econômico e social. O capítulo 2 contextualizou a inserção da engenharia em diferentes momentos da economia brasileira, com maior destaque para o papel destes profissionais e as mudanças tecnológicas da indústria de transformação.

Com o objetivo de embasar a discussão do capítulo 2, o presente capítulo tem o propósito de apresentar os dados referentes ao mercado de trabalho dos engenheiros no Brasil, mais especificamente na indústria de transformação. O período selecionado para a análise consiste nos anos entre 1994 e 2006, os quais permitem identificar se houve alguma mudança estrutural nos vínculos estabelecidos pelos profissionais de engenharia. Para a obtenção dessas informações foi utilizado o banco de dados da RAIS. As limitações e características desse banco de dados são explicadas no primeiro item desse capítulo, o que auxilia a esclarecer as informações que serão utilizadas.

Apesar de a reestruturação industrial ter iniciado sua trajetória nos primeiros anos da década de 1990, junto com a abertura comercial, a seleção dos dados a partir do ano de 1994 se deu em razão das mudanças no ambiente econômico a partir da implementação do Plano Real. Como visto no capítulo 2, mesmo com as oscilações no crescimento ao longo da década, os primeiros anos do Plano Real trouxeram para a economia brasileira o controle da inflação, a perspectiva de crescimento da demanda e a retomada dos investimentos em máquinas e equipamentos por parte das empresas. A segunda seção retoma brevemente esse contexto e apresenta a conjuntura dos anos pós estabilização até 2006.

A partir da identificação dos vínculos laborais estabelecidos no mercado de trabalho brasileiro foi utilizada uma série de indicadores que tentavam verificar uma possível mudança no sentido de maior participação da engenharia na indústria de transformação. A terceira seção apresenta a estrutura do emprego formal dos profissionais de engenharia na economia brasileira,

enquanto que a quarta seção justifica a análise da questão da engenharia a partir da indústria de transformação.

Entretanto, a investigação sobre a indústria de transformação no nível agregado é limitada, já que a observação dos valores agregados da indústria não nos permite visualizar as particularidades dos movimentos setoriais e identificar os principais destaques. Dessa forma, busca-se determinar também o total de empregados e a proporção ocupada pela engenharia nos vínculos empregatícios de cada segmento da indústria e com isso identificar quais são os que tiveram maior relevância no resultado agregado.

Com a análise desses indicadores espera-se identificar as mudanças na estrutura do emprego dos engenheiros a partir do novo ambiente econômico e da introdução de novos processos produtivos e organizacionais na indústria de transformação brasileira.

3.1. A Base de dados RAIS e a delimitação do mercado de trabalho de engenheiros

Para a investigação a respeito do emprego de engenheiros por parte da indústria de transformação, primeiramente buscou-se as informações sobre o mercado de trabalho para o engenheiro no Brasil. Essas informações foram encontradas na base de dados da RAIS, que aborda a alocação de trabalhadores nas áreas de atuação econômica do mercado de trabalho e os vínculos trabalhistas formais relacionados à atividade de engenharia. Para a obtenção dessas informações, foram feitos processamentos diretamente a partir dos registros administrativos da RAIS. Esse banco de dados organizado pelo Ministério do Trabalho e Emprego é uma ferramenta do governo federal que tem por objetivo obter informações do mercado de trabalho e atender as necessidades de controle das atividades trabalhistas no país⁴⁷. Ao mesmo tempo, essas informações formam uma fonte de dados para realização de estudos técnicos, configurando um importante instrumento que nos permite caracterizar e acompanhar a evolução do mercado de trabalho formal no país.

A RAIS existe desde 1975, com periodicidade anual e abrangência nacional na medida em que determina que todos os estabelecimentos inscritos no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) devem declarar os vínculos laborais existentes ao longo do ano, inclusive os que

47 “Os dados coletados pela RAIS constituem expressivos insumos para atendimento das necessidades: i) da legislação da nacionalização do trabalho; ii) de controle dos registros do FGTS; iii) dos Sistemas de Arrecadação e de Concessão e Benefícios Previdenciários; iv) de estudos técnicos de natureza estatística e atuarial; v) de identificação do trabalhador com direito ao abono salarial PIS/PASEP”. Disponível em http://www.rais.gov.br/RAIS_SITIO/oque.asp.

não mantiveram empregados ou que permaneceram inativos, além das instituições públicas⁴⁸. O entendimento de vínculos laborais é explicado pelos diferentes tipos de relações de trabalho que podem ser estabelecidos entre as partes envolvidas. Além de trabalhadores urbanos e rurais contratados por prazo indeterminado, a RAIS abrange também os trabalhadores temporários (contrato por tempo determinado); os servidores da administração pública direta ou indireta federal, estadual, do Distrito Federal ou municipal; os servidores públicos não-efetivos; os trabalhadores avulsos; os servidores e trabalhadores licenciados e os servidores públicos cedidos e requisitados. Esses dados permitem conhecer a estrutura do “emprego formal” do Brasil, já que os trabalhadores que não têm registro na carteira de trabalho, ou que estabelecem suas atividades através de outro tipo de contrato de trabalho, ou ainda executam atividades autônomas, mas sem possuir um CNPJ, não são identificados por esse sistema.

Por se tratar de vínculos laborais declarados pelos estabelecimentos, o banco de dados permite que uma mesma pessoa possa estar presente inúmeras vezes na contagem dependendo de quantos contratos de trabalho ela possui. O efeito para o trabalho aqui desenvolvido é que não é possível determinar o número de engenheiros existentes no mercado de trabalho brasileiro, pois a mesma pessoa pode exercer a mesma atividade em estabelecimentos diferentes. Dessa forma, a referência ao longo dessa dissertação será feita aos cargos de engenharia ou aos vínculos empregatícios declarados pelas empresas.

Os trabalhadores estão distribuídos em 17 seções de atividades econômicas que seguem a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). Como o objetivo do trabalho está em estudar a indústria de transformação, a investigação do mercado de trabalho para os profissionais de engenharia buscou os dados para os segmentos que se inserem na indústria da transformação – a seção D da CNAE – o que torna possível olhar para dados mais específicos a respeito do papel dos profissionais com essa qualificação na produção industrial brasileira.

A realização do trabalho teve como primeira etapa a identificação dos setores da indústria da transformação através da classificação CNAE a dois dígitos, o que permite separar os

48 Algumas das variáveis passíveis de serem analisadas a partir da base da RAIS incluem: empregos em 31 de dezembro e admitidos e desligados segundo gênero, faixa etária, grau de escolaridade, tempo de serviço e rendimentos, desagregados em nível ocupacional, geográfico e setorial. Essa base de dados também contém informações sobre número de empregos por tamanho de estabelecimento, massa salarial e nacionalidade do empregado. O acesso a essa base pode ocorrer de forma *on line*, mediante registro, a partir do site <http://sgt.caged.gov.br/index.asp>.

23 diferentes segmentos da indústria e os seus respectivos trabalhadores. Esses setores envolvem desde a divisão 15 (fabricação de produtos alimentares e bebidas) até a divisão 37 (reciclagem). O período delimitado para a coleta foi entre 1994, no ano de implementação do Plano Real, até o ano de 2006, último ano em que é possível trabalhar com a CNAE 1.0⁴⁹. Com as mudanças feitas para a CNAE 2.0, as atividades econômicas da indústria de transformação foram alteradas de posição, assim como vários segmentos mudaram de divisão e/ou passaram a estar agrupados com outros segmentos, o que não ocorria na CNAE anterior. Para que a comparação dos segmentos da indústria de transformação continuasse possível, o trabalho optou por delimitar o período pesquisado em 2006.

A partir dessa descrição, algumas tabelas foram geradas para a obtenção dos dados referentes ao número total de postos de trabalho na indústria de transformação e de profissionais empregados em atividades de engenharia em cada uma das divisões escolhidas da CNAE entre os anos de 1994 e 2006. A identificação desses profissionais foi feita na abertura dos grupos da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO). A CBO é o documento utilizado por instituições como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Ministério do Trabalho e do Emprego (MTE) para reconhecer, nomear e codificar os títulos e o conteúdo das ocupações do mercado de trabalho brasileiro. É importante ressaltar a reformulação pela qual a classificação das ocupações pelo IBGE passou a partir de 2003⁵⁰ para a compreensão dos dados. Até o ano de 2002, as ocupações do mercado de trabalho brasileiro seguiam a classificação da CBO elaborada em 1994. Com a reformulação de 2003⁵¹, o **grupo de 02 – Engenheiros, arquitetos e trabalhadores assemelhados** passou a ser representado como o grupo **214 – Engenheiros, arquitetos e afins**. Nessa nova classificação três ocupações que envolvem a qualificação de engenharia acabaram sendo classificadas fora do grupo 214. São elas: (i) Engenheiros

49 Criada em 1995, a CNAE passou por uma reformulação e em 2007 foi lançada a sua versão 2.0 para substituir a CNAE 1.0. O objetivo foi tornar os dados brasileiros compatíveis com a classificação adotada pelas Nações Unidas, a *Clasificación Industrial Internacional Uniforme – CIU/ISIC*, e facilitar a comparação dos dados nacionais e internacionais.

50 O objetivo das alterações da CBO era incluir profissões novas e eliminar as profissões que não eram mais presentes na sociedade em decorrência das mudanças tecnológicas, econômicas e sociais (Zarias, A.; Evangelista, R.; 2004).

51 A nova Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) foi lançada em 2002 e passou a vigorar a partir de 2003.

Mecatrônico, classificados no grupo 020 – Profissionais da eletromecânica; (ii) Engenheiros em Computação, classificados no grupo 021 – Profissionais da Informática; e (iii) Engenheiros agrossilvipecuários, classificados no grupo 022 – Agrônomos e afins. Uma das etapas da metodologia para a elaboração das tabelas foi a identificação de engenheiros em outras famílias da nova CBO de 2002. Para tentar coletar o valor mais próximo do real de vínculos de engenheiros no mercado de trabalho brasileiro, essas ocupações denominadas como engenharia em sua nomenclatura, mas que estavam em outras categorias que não a grande área de engenharia, também foram consideradas no montante final de profissionais de engenharia.

Tendo em vista estas características, a análise do mercado de engenheiros apresenta uma limitação. Ela se refere à impossibilidade de identificar engenheiros que trabalham em outras áreas que não estejam vinculadas as atividades de engenheiros pela definição da CBO. Apesar de disponibilizar o tempo de estudo dos empregados⁵², o banco de dados da RAIS não investiga em qual área do conhecimento o trabalhador que apresenta ensino superior completo obteve sua graduação. Por exemplo, engenheiros que exercem cargos de gerência entram nos registros da RAIS como coordenadores, gerentes, diretores ou cargos assemelhados, mas não na CBO de engenharia. Com isso, apenas os profissionais relacionados à ocupação de engenharia no banco de dados podem ser identificados como engenheiros.

Da mesma forma, profissionais que exercem as atividades como engenheiros, mas que não possuem tal vínculo como empregado e atuam no mercado de trabalho em sob outras modalidades de emprego, seja como autônomo, pessoa jurídica, ou ainda, sem vínculo registrado em carteira não são identificados na base de dados como profissionais de engenharia. Dessa forma, os dados disponíveis na RAIS permitem a identificação dos profissionais que possuem o vínculo empregatício formal e atuam como engenheiros.

Ainda que não seja possível analisar como estão distribuídos todos os profissionais de engenharia, a RAIS permite identificar parte significativa dos profissionais que de fato estão envolvidos em atividades de engenharia. Em análise a respeito da trajetória do emprego dos engenheiros no Brasil, Kawamura (1981) demonstrou que desde os anos 1950 a parcela de engenheiros trabalhando como assalariados em empresas privadas e públicas crescia em

52 Os trabalhadores são divididos entre analfabeto, 4ª série incompleta do ensino fundamental, 4ª série completa do ensino fundamental, 8ª série incompleta do ensino fundamental, 8ª série completa do ensino fundamental, ensino médio incompleto, ensino médio completo, superior incompleto, superior completo.

detrimento da proporção de empresários e autônomos, o que reforça o argumento de investigar o segmento a partir dos empregos formais. Essa posição é assumida também por Lombardi (2004) em pesquisa sobre a participação das mulheres engenheiras no mercado de trabalho.

A partir desses dados, então, são estabelecidos indicadores referentes ao emprego formal dos profissionais de engenharia na economia e na indústria de transformação brasileira a partir de 1994.

3.2.Considerações a respeito do período entre 1994 até 2006

O propósito que se coloca no decorrer do Capítulo 3 é buscar as alterações no mercado de trabalho para os profissionais de engenharia na indústria de transformação, no período entre 1994 e 2006. Ainda assim, é preciso brevemente apontar algumas das características macroeconômicas e o comportamento do emprego que caracterizavam a conjuntura do período, o que nos auxilia a entender as mudanças na estrutura do emprego de engenheiros na economia e na indústria de transformação. O período selecionado pode ser dividido em dois momentos: entre 1994 e 1999, quando a política de manutenção da estabilidade econômica com âncora cambial chega ao fim e a moeda brasileira é desvalorizada frente ao dólar; e a partir de 2000, quando a economia apresenta novamente crescimento do PIB expressivo e redução dos déficits comerciais persistentes desde 1995.

Tabela 3.1: Taxas anuais de crescimento real do PIB e do valor adicionado pela indústria da transformação entre 1994 e 2006 (em %). Saldo da Balança comercial (em US\$ bilhões).

	PIB	Indústria de Transformação	Balança comercial (em US\$ bilhões)
1994	5,3	8,1	10,47
1995	4,4	4,9	-3,46
1996	2,2	0,1	-5,6
1997	3,4	2,5	-6,75
1998	0,0	-4,8	-6,57
1999	0,3	-1,9	-1,2
2000	4,3	5,7	-0,7
2001	1,3	0,7	2,65
2002	2,7	2,4	13,12
2003	1,1	1,9	24,79
2004	5,7	8,5	33,64
2005	3,2	1,2	44,70
2006	4,0	1,1	46,46

Fonte: <www.ipeadata.gov.br>. Acesso em 06 de jan. de 2010. Elaboração própria.

Entre os anos de 1994 e 1999 o comportamento da economia brasileira esteve atrelado a uma série de crises internacionais, interrompendo já em 1996 o crescimento dos primeiros anos

do Plano Real. A crise mexicana, em 1995, a crise asiática em 1997 e a crise russa, de agosto de 1998 se somaram aos problemas no Balanço de Pagamentos e configuraram um período de desequilíbrios difíceis de serem sustentados pela economia (Castro, 1999). Com a necessidade de manter o câmbio valorizado e assegurar que os fluxos de recursos externos continuassem no Brasil, a cada crise o governo elevava a taxa de juros. O resultado de cada uma dessas elevações era a compressão da atividade econômica, principalmente a atividade industrial, marcando o fim da década de 1990 (Bielschowsky, 1999; Castro, 1999).

O movimento oscilante e instável do crescimento refletiu sobre o emprego em sentido negativo. Cardoso Jr (2007), através de dados da PNAD, mostra que os níveis absolutos e relativos de desemprego neste período aumentaram, bem como a informalidade das relações de trabalho⁵³ – profissionais que atuam sem registro em carteira ou profissionais autônomos. Tal comportamento era identificado pela maior expansão da População Economicamente Ativa (PEA) do que a População Ocupada (PO), onde o nível do desemprego da economia brasileira passou de 6,1%, em 1995, para 9,9%, em 1999. Cabe destacar a mudança na estrutura do emprego, com a aceleração da participação do setor de serviços como responsável pela população ocupada, trajetória influenciada principalmente pela continuidade do processo de terceirização de atividades por parte da indústria de transformação.

A situação econômica brasileira começa a mudar em janeiro de 1999, quando a desvalorização cambial colocou fim à política de estabilização dos preços através da âncora cambial, substituída por políticas de estabilização com base no câmbio flutuante, metas inflacionárias e de superávits primários, além do comprometimento de um forte reajuste fiscal por parte do governo. A desvalorização cambial se deu em um momento de contexto internacional favorável, com o mercado aquecido, o que permitiu a retomada da atividade econômica em 2000, puxada pelas exportações. Logo o sinal negativo do Balanço de Pagamentos foi invertido. Ainda assim, a crise da economia argentina, em 2001, e as incertezas associadas à condução da política econômica do governo que seria eleito, em 2002, trouxeram de volta

53 O problema do crescimento da modalidade do emprego informal na economia brasileira está baseado na qualidade deste tipo de trabalho. As atividades mais precárias em termos de fragilidade em relação a inserção profissional estão nessa categoria. Essa modalidade de emprego possui duas características: i) a maior facilidade em dispensa e contratação da mão-de-obra, o que permite uma alta rotatividade de trabalhadores; ii) a ausência ou precariedade dos mecanismos de proteção social fornecidos pelo Estado, como contribuição previdenciária e seguro desemprego. A consequência é o surgimento de postos de trabalho sem qualidade e sem investimentos tecnológicos (Cardoso Jr, 2007).

ameaças inflacionárias que novamente foram contornadas com o aumento dos juros e restrições fiscais, o que restringiu a retomada do crescimento da economia (DIEESE, 2004).

Esse quadro recessivo começa a mudar em 2004, com nova recuperação do PIB para esse ano e os dois seguintes. Segundo Dedecca e Rosandiski (2006), apesar da continuidade da política econômica baseada no controle fiscal e metas de inflação, a continuidade de um cenário internacional favorável para as exportações brasileira teve papel fundamental para a recuperação da atividade interna, o que resultou em retomada do crescimento econômico acompanhado de crescimento do emprego formal. Além desses elementos, também contribuiu para o desempenho da economia as políticas públicas voltadas para o restabelecimento do investimento público e o aumento do salário mínimo.

Além de alterar o Balanço de Pagamentos, as mudanças nas políticas econômicas vigente até 1999 também refletiram sobre a trajetória do emprego. A partir desse ano, o crescimento do desemprego perdeu o ritmo e o desempenho positivo da economia, anos depois, possibilitou a retomada do crescimento expressivo da participação do emprego formal na composição da população ocupada⁵⁴ (Dedecca e Rosandiski, 2006). Entre os anos de 2001 e 2005, de cada 100 novas ocupações geradas, 50,5% eram de carteira assinada. Este movimento mais que recuperou a contração dos empregos de carteira assinada no período anterior (1995-1999) (Cardoso Jr, 2007). Para Dedecca e Rosandiski (2006) a dinâmica de exportações deste período teve especial efeito para a indústria de transformação, que retomou o emprego formal em 10,1% entre 2002 e 2004.

Assim, diante desses distintos momentos da economia brasileira, pretende-se mostrar, na seqüência, como variou o mercado de trabalho para os profissionais de engenharia, principalmente após as mudanças implementadas pela indústria de transformação.

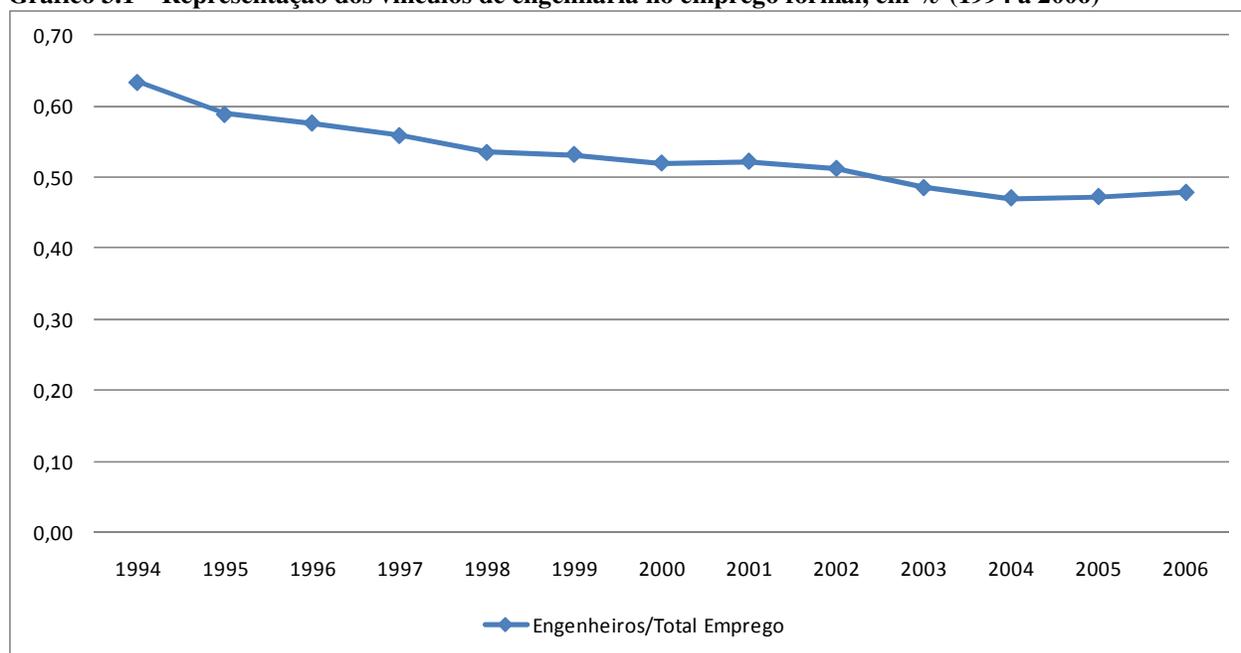
3.3.Participação da engenharia no emprego formal

Apesar do volume de vínculos de engenheiros ter crescido entre 1994 e 2006, os dados da RAIS apontam que ao longo dos treze anos selecionados para a análise, a participação dos vínculos laborais de engenharia no emprego formal da economia declinou sistematicamente,

54 Cardoso Jr (2007) aponta mais quatro fatores que influenciaram a retomada do emprego formal, além do crescimento das exportações: o aumento e descentralização do gasto público social, na forma de programas de saúde e de transferência condicionada de renda, benefícios concedidos pelo INSS e pelo Ministério do Trabalho e Emprego; expansão e diversificação do crédito interno para diversos setores da economia, como consumo para pessoas físicas, crédito rural e habitacional, além de expansão para setores comercial, de serviços e industrial; regime tributário simplificado para micro e pequenas empresas; e Melhora das Ações de Intermediação de Mão-de-Obra e de Fiscalização por parte do MTE.

como ilustrado pelo gráfico abaixo. Os engenheiros representavam 0,63% dos vínculos com registro em carteira no Brasil em 1994, ano de implementação do Plano Real. A representação desses profissionais segue em declínio até 2005, quando apresenta o valor de 0,47% dos trabalhadores e se mantém estável em 2006, o que indica que as duas variáveis apresentaram comportamentos distintos neste período.

Gráfico 3.1 – Representação dos vínculos de engenharia no emprego formal, em % (1994 a 2006)



Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego. Elaboração própria.

Tabela 3.2 – Distribuição do emprego total e de engenheiros no mercado de trabalho brasileiro (1994 a 2006)

	Emprego total (1)	Engenheiros (2)	Proporção (2/1) em %
1994	23.667.241	150.078	0,63
1995	23.755.736	139.904	0,59
1996	23.830.312	137.418	0,58
1997	24.104.428	134.697	0,56
1998	24.491.635	131.006	0,53
1999	24.993.265	132.973	0,53
2000	26.228.629	136.360	0,52
2001	27.189.614	142.020	0,52
2002	28.683.913	146.908	0,51
2003	29.544.927	143.277	0,48
2004	31.407.576	147.772	0,47
2005	33.238.617	156.964	0,47
2006	35.155.249	168.087	0,48

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego. Elaboração própria

Com as informações da tabela 3.2 é possível separar dois momentos para a categoria da engenharia: o primeiro é delimitado entre 1994 e 1998, em que ocorre uma redução de mais de 12,7% no número de vínculos para engenheiros na economia, representando o corte de mais de 19 mil vínculos no período. Em contrapartida, o emprego total pouco movimentou o número de postos de trabalho, mas sem registrar perdas no período. O segundo período tem início em 1999, com a alteração na política cambial brasileira e a desvalorização do real, que resulta na retomada da contratação desse tipo de profissional. Neste ano a contratação para vínculos de engenharia na economia volta a crescer no ritmo de 3,5%, em média, ao ano. Entretanto, o ritmo desse crescimento se manteve inferior àquele evidenciado para o mercado de trabalho como um todo: enquanto a mão-de-obra total cresceu aproximadamente 40% entre 1999 e 2006, os vínculos para os engenheiros aumentaram 26,4%. Essa diferença entre o crescimento do emprego total e do emprego de engenheiros significa que a engenharia foi perdendo espaço dentro do emprego formal brasileiro no período pós-estabilização.

Os dados apontam que os investimentos poupadores de mão-de-obra atingiram também o emprego da qualificação de engenharia, com a contração da participação da engenharia no emprego formal brasileiro. A orientação da economia nos primeiros anos da política macroeconômica de estabilização e de retomada de investimentos, como visto em Bielschowsky (1999), seguiu, portanto, no sentido de redução da intensidade de engenharia no emprego formal.

A tendência de queda da participação da engenharia no emprego formal só é interrompida em 2003. Nesse ano, a participação dos engenheiros nos vínculos empregatícios passa a acompanhar a tendência de crescimento do emprego formal e se estabelece no nível de 0,48% de participação no emprego até 2006. Mesmo com a retomada do crescimento a partir de 2004, com aumento de 5,7% no Produto Interno Bruto nesse ano, a estabilidade da participação da engenharia no emprego formal brasileiro aponta para a mudança estrutural da intensidade da utilização dos profissionais, porém a participação formal desses profissionais é menor do que antes da reestruturação produtiva.

Esses números surpreendem quando se analisa a diferença entre o número de profissionais que possuem o vínculo de engenharia segundo a RAIS e os profissionais registrados como engenheiros pelo Confea. Para o ano de 2006, a estimativa do Confea era de que existissem cerca de 550 mil engenheiros no Brasil (CNI, 2006), enquanto que, no mesmo ano, os dados da RAIS apontam para a existência de pouco mais de 168 mil vínculos trabalhistas para engenheiros.

Isso significa que do total de profissionais com registro de engenharia no país, somente 30,5% são identificados como engenheiros atuantes neste ano. Ou seja, a maior parcela dos engenheiros do país atua em outras áreas que não são reconhecidas na RAIS como atividades da categoria de engenharia ou são profissionais que possuem vínculos laborais distintos do vínculo formal, atuando como autônomos, pessoa jurídica ou sem carteira assinada.

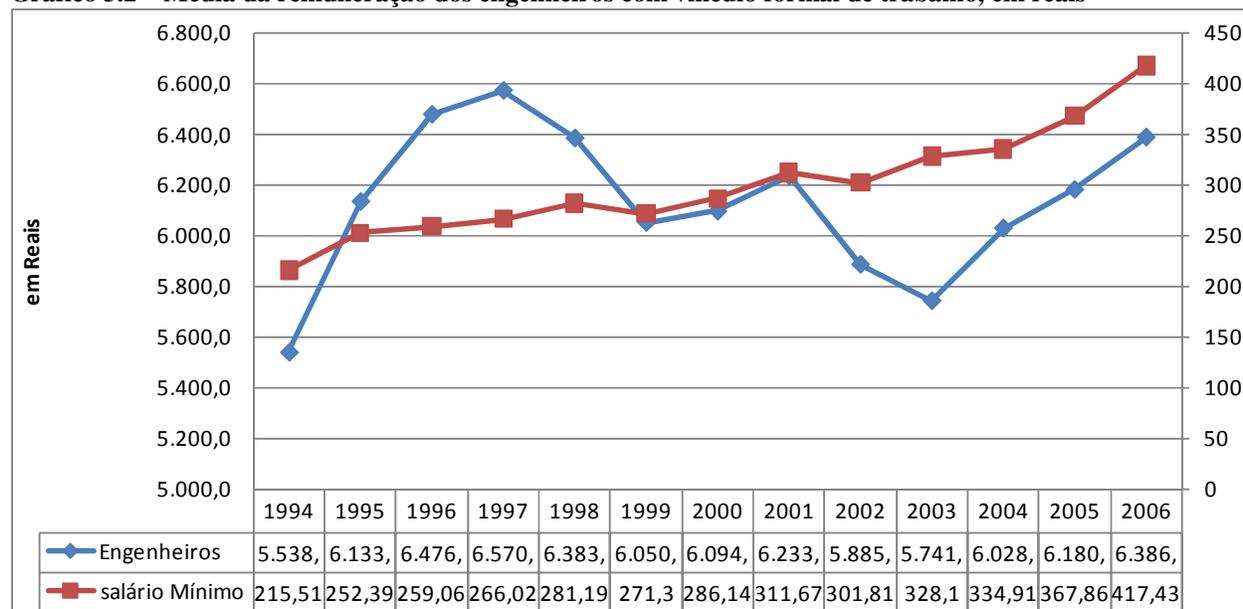
As mudanças na estrutura do emprego de engenheiros na economia brasileira, entretanto, não apresentam reflexos no salário médio⁵⁵ recebido por esses profissionais no período aqui selecionado. A análise para os profissionais de engenharia com base no gráfico 3.2 abaixo permite perceber que os salários apresentam um comportamento que se aproxima mais das oscilações conjunturais da economia neste período do que o comportamento do mercado de trabalho para os engenheiros. De maneira geral, a remuneração real dos engenheiros cresceu, ainda que em ritmo menor do que o crescimento real apresentado pelo Salário Mínimo. Enquanto os engenheiros tiveram aumento de 15,3%, o salário mínimo real cresceu 93,7%, de acordo com os dados disponibilizados pelo IPEA e a RAIS.

A análise mais detalhada das oscilações mostra que entre os anos do pequeno ciclo de modernização do parque produtivo – de 1995 a 1997, segundo Bielschowisky (1999); a engenharia teve um rápido crescimento em sua remuneração média. Esses também foram os primeiros anos em que a estabilização de preços permitiu a retomada do consumo, como discutido por Castro (2001). O fim do período de investimento foi acompanhado por queda nos salários dos engenheiros nos dois anos seguintes, mas voltou a crescer como reflexo da desvalorização cambial e retomada do crescimento econômico nos anos 2000. A proximidade entre a conjuntura e o comportamento dos salários é refletida também com a queda da remuneração para os anos de 2002 e 2003, quando a conjuntura econômica apontava uma possível volta do processo inflacionário e incertezas em relação à condução da política econômica do próximo governo. Em 2004, uma nova trajetória de crescimento do PIB começa a ser desenhada e os salários voltam a apresentar curva ascendente.

⁵⁵ O cálculo da remuneração média para os engenheiros foi dividido em duas partes. Primeiramente foram coletadas na RAIS as informações referentes ao salário médio dos profissionais, tendo por base o número de salários mínimos médios recebidos ao ano pelos profissionais. Para obter o valor da remuneração em termos monetários a segunda etapa consistiu em multiplicar a remuneração média em salários mínimos recebida pelos engenheiros num ano pelo respectivo valor real do salário mínimo, ou seja, já retirando o efeito da inflação. Para isso foi utilizada a série de dados referente ao salário mínimo deflacionado pelo INPC (Índice Nacional de Preços ao Consumidor), em cálculo realizado pelo IPEA.

Dessa forma, é possível perceber que a mudança na estrutura da participação dos engenheiros na composição do mercado formal de trabalho – porém em sentido negativo – se deu de maneira independente dos movimentos conjunturais e de um crescimento positivo na remuneração dos profissionais entre o período selecionado.

Gráfico 3.2 – Média da remuneração dos engenheiros com vínculo formal de trabalho, em reais



Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego, Ipeadata, disponível em <www.ipeadata.gov.br>. Elaboração própria.

Ao constatar que a engenharia não ganhou espaço no emprego formal, em termos de participação percentual, nem no período pós-estabilização, nem na recente retomada do crescimento, a análise segue investigando se houve alterações na estrutura de vínculo de engenheiros especificamente na indústria de transformação com a mudança no ambiente econômico. Esperava-se que o ciclo de modernização e a exigência de qualidade tenham impactado positivamente na contratação de engenheiros.

3.4. A importância da indústria de transformação no emprego total da engenharia

A tabela abaixo apresenta a participação de cada seção da economia no total de vínculos de profissionais de engenharia para o Brasil, no período entre 1994 a 2006. Neste período, a participação da indústria de transformação manteve-se como a principal responsável pelo estabelecimento de vínculos de engenharia entre as seções da economia brasileira. A manutenção da posição de liderança se deu com uma expansão na proporção que a indústria de transformação

ocupa nos vínculos totais, que passou de 23,1%, em 1994, para aproximadamente 26,7 %, em 2006.

Cabe aqui destacar que a tabela 3.3 apresenta um elevado crescimento da seção de “Atividades imobiliárias, aluguéis e serviços prestados as empresas” como empregadora de engenheiros. Ao longo dos anos, essa seção se tornou a segunda em termos de vínculos para a engenharia, com aproximadamente 16% de participação, tirando a posição da seção Construção, que em 2006 representa 13,9% da contratação de engenheiros.

Tabela 3.3 – Distribuição dos Engenheiros por setores econômicos no Brasil (1994 e 2006)

	1994		2006	
	Total	%	Total	%
Agricultura, pecuária, silvicultura e exploração florestal	5.703	3,8	2.909	1,7
Pesca	19	0,0	30	0,0
Indústrias extrativas	3.863	2,6	8.771	5,2
Indústrias de transformação	34.742	23,1	44.817	26,7
Produção e distribuição de eletricidade, gás e água	16.734	11,2	12.006	7,1
Construção	22.200	14,8	23.426	13,9
Comércio, reparação de veículos automotores, objetos pessoais e domésticos	3.725	2,5	8.605	5,1
Alojamento e alimentação	240	0,2	142	0,1
Transporte, armazenagem e comunicações	11.981	8,0	8.430	5,0
Intermediação financeira, seguros, previdência complementar e serviços relacionados	2.234	1,5	2.005	1,2
Atividades imobiliárias, aluguéis e serviços prestados às empresas	17.551	11,7	26.840	16,0
Administração pública, defesa e seguridade social	22.171	14,8	23.836	14,2
Educação	1.644	1,1	1.911	1,1
Saúde e serviços sociais	916	0,6	1.101	0,7
Outros serviços coletivos, sociais e pessoais	2.254	1,5	3.099	1,8
Serviços domésticos	0	0,0	1	0,0
Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais	0	0,0	158	0,1
Não informado	739	0,5	0	0,0
Ignorado	3.362	2,2	0	0,0
Total	150.078	100	168.087	100

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego. Elaboração própria

Como visto anteriormente, parte significativa do processo de reestruturação da indústria de transformação se deu através do fechamento de linhas de produção e redução de atividades antes realizadas internamente por parte das empresas. O objetivo era que as firmas se concentrassem somente nas atividades em que possuem maior eficiência e com isso, obtivessem também redução de seus custos. Dessa forma, diferentes atividades passaram a ser atendidas por

empresas externas na forma de serviços. O crescimento da contratação de engenheiros por firmas prestadoras de serviço pode uma evidência⁵⁶ de que as tarefas de engenharia, que antes eram executadas dentro das empresas industriais, também foram terceirizadas.

Entre as atividades que são fornecidas por empresas que prestam serviços, apresentam-se atividades que envolvem diretamente engenheiros, como elaboração, análise e assessoria em projetos de diferentes áreas da engenharia; consultoria em engenharia; fiscalização de obras; supervisão de atividades de instalação; manutenção e reparação de maquinaria; avaliação de diferentes partes do processo de produção. Há também algumas atividades ligadas à área de engenharia, como aluguel de máquinas e equipamentos e atividades relacionadas ao serviço de informática. Muitas dessas atividades eram realizadas internamente, quando as empresas operavam verticalmente integradas. Entretanto, devido à focalização das atividades produtivas por parte da indústria de transformação, o aumento no número de vínculos de engenheiros em atividades de serviços pode estar relacionado ao seu fornecimento à indústria (Lombardi, 2004).

Ainda assim, o peso que a indústria de transformação possui nos vínculos de engenharia reforça o argumento do estudo dessa relação, como apresentado na tabela 3.4. Em termos absolutos, a indústria foi a seção que mais contratou engenheiros entre todas as atividades da economia, com o incremento de cerca de 10 mil vínculos laborais.

56 Outro elemento importante que pode explicar a evolução do setor de serviços de engenharia está na redução da participação dos setores em que se encontravam as empresas estatais, como “Produção e distribuição de eletricidade, gás e água”, que teve queda de quatro pontos percentuais no período analisado; e “Transporte, armazenagem e comunicações”, com redução de três pontos percentuais. Além do processo de privatização dessas empresas ter reduzido o espaço das atividades de desenvolvimento ligadas à engenharia, parte das atividades antes realizadas internamente também passou a ser contratada de firmas terceirizadas. Estas evidências foram apresentadas por Lombardi (2004) e Etcheverry (2006) através de entrevistas com profissionais de engenharia que atuavam em algumas dessas empresas privatizadas.

Tabela 3.4 – Vínculos laborais para engenheiros no total de emprego para Brasil e para a indústria de transformação (1994 a 2006)

	Brasil (1)	Indústria de Transformação (2)	Proporção (2/1) em %
1994	150.078	34.742	23,1
1995	139.904	34.087	24,4
1996	137.418	32.232	23,5
1997	134.697	31.357	23,3
1998	131.006	30.792	23,5
1999	132.973	31.724	23,9
2000	136.360	33.365	24,5
2001	142.020	35.847	25,2
2002	146.908	36.631	24,9
2003	143.277	35.957	25,1
2004	147.772	38.783	26,3
2005	156.964	41.912	26,7
2006	168.087	44.817	26,7

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego. Elaboração própria

Os dados apresentados pela indústria na proporção dos vínculos de engenharia evidenciam que a contratação de engenheiros por parte da indústria seguiu o mesmo ritmo do emprego desses profissionais na economia, com a relação entre as duas se mantendo estável entorno de 23,5% entre 1994 e 1998. Mas tal movimento começa a mudar a partir de 1999, quando a abertura comercial reverte a tendência de queda na contratação desses profissionais, tanto no Brasil quanto na indústria. Deste ano em diante, porém, a contratação de engenheiros por parte da indústria mostra uma velocidade superior do que a apresentada pelo total da economia, o que aumenta sua participação no total ao final do período. A alteração na proporção está clara quando se olha a taxa média de crescimento ao ano da indústria de transformação, que entre os anos de 1994 e 2006 foi de 2,1%, enquanto que no mercado de trabalho como um todo teve uma taxa média de crescimento para o período de 0,9% ao ano. Isto pode indicar que o processo de retomada das exportações por parte da economia brasileira tenha influências sobre o estabelecimento de vínculos laborais para a engenharia.

3.5. Participação da Engenharia no emprego da indústria de transformação

Se no geral o emprego formal de engenheiros na economia brasileira ficou proporcionalmente menor nos anos pós-reestruturação, cabe agora investigar como os vínculos laborais desses profissionais se comportou com as mudanças nos processos produtivos e organizacionais. Tendo em vista a hipótese de que a participação da engenharia no emprego da

indústria de transformação foi alterada com o novo ambiente econômico, a utilização de mão-de-obra em engenharia é um indicador que pode sinalizar uma maior intensidade tecnológica por parte da indústria.

Os dados da tabela 3.5 apontam que ao longo do período selecionado a participação percentual dos vínculos laborais para a engenharia dentro do universo de empregados pela indústria permanece praticamente estagnada. A engenharia acompanha os ciclos de demissões e contratações na indústria na mesma magnitude, entre 1994 e 2006. A proporção de engenheiros na indústria atingiu seu máximo em 2001, quando era responsável por 0,73% dos empregos. Nas duas pontas do período, enquanto a participação de engenheiros no emprego total da indústria, em 1994, era de 0,69%, em 2006 ela passou para 0,70%. O fato do número absoluto de vínculos de engenheiros oscilarem na mesma direção do total de empregados da indústria mostra que, apesar do novo ambiente competitivo e das modernizações realizadas para aumentar a eficiência produtiva e incrementar a competitividade, a estrutura da utilização dos conhecimentos de engenharia na indústria de transformação não foi alterada.

Tabela 3.5 – Distribuição do emprego total e de engenheiros na indústria da transformação (1994 a 2006)

Ano	Emprego Total na Indústria (1)	Engenheiros na Indústria (2)	Proporção (2/1) em %
1994	5.018.065	34.742	0,69
1995	4.858.448	34.087	0,70
1996	4.755.735	32.232	0,68
1997	4.664.444	31.357	0,67
1998	4.431.799	30.792	0,69
1999	4.540.734	31.724	0,70
2000	4.821.093	33.365	0,69
2001	4.903.179	35.847	0,73
2002	5.130.893	36.631	0,71
2003	5.257.047	35.957	0,68
2004	5.815.062	38.783	0,67
2005	6.008.341	41.912	0,70
2006	6.440.999	44.817	0,70

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego. Elaboração própria

As mudanças no ambiente econômico brasileiro a partir de 1994 levaram a indústria de transformação a realizar mudanças na sua estrutura. A maior competitividade advinda da abertura do mercado interno brasileiro impôs às empresas a modernização de suas atividades como estratégia por maior eficiência para sobreviverem ao ambiente mais competitivo. Ao mesmo

tempo, as empresas tiveram a oportunidade de ter acesso a novos padrões tecnológicos de produção, mais intensivos em tecnologia e que demandavam maior participação de profissionais qualificados, principalmente engenheiros, para a utilização e exploração de suas possibilidades. A razão constante entre os cargos para engenharia e o emprego da indústria demonstra que, de modo geral, a adaptação da indústria para o mercado mais competitivo e em busca de maior qualidade prescindiu da utilização dos conhecimentos técnicos desses profissionais, treinados para desenvolver e resolver problemas dessa ordem. Por se tratar de um indicador de intensidade tecnológica, o baixo nível de utilização da engenharia na indústria de transformação brasileira pode sinalizar acomodação do seu comprometimento em termos tecnológicos com o desenvolvimento.

A continuidade da intensidade dos vínculos de engenharia na indústria de transformação é ainda mais problemática quando colocada à luz da comparação internacional, já que essa também é uma medida para a avaliação do esforço tecnológico realizado por cada país. Como visto anteriormente, a indústria norte-americana possui maior participação de vínculos de engenheiros no total de empregados para o mesmo ano de 2006. A ausência de avanços por parte da indústria brasileira demonstra que não está havendo esforço para diminuir a distância em relação a um dos principais países que estão na fronteira tecnológica.

Outra informação interessante a respeito da trajetória dos vínculos laborais estabelecidos para os profissionais de engenharia na indústria de transformação é a mudança na sua remuneração, que também indica poucas mudanças na importância atribuída aos engenheiros ao longo dos anos (tabela 3.6). A renda desses profissionais com carteira assinada, medida em Reais, na indústria de transformação apresentou pequeno crescimento, seguindo tendência semelhante ao do total da economia brasileira, porém em menor proporção. Enquanto os engenheiros de modo geral tiveram um aumento de 15,3% na sua renda real, os profissionais que atuam na indústria de transformação passaram a ter um salário em 2006 somente 4,1% superior do que em 1994. Ainda assim, os engenheiros da indústria possuem uma remuneração média superior do que o equivalente no agregado da economia.

Tabela 3.6 – Média das remunerações para os profissionais de engenharia no emprego total e na indústria da transformação por ano (em Reais, 2004 a 2006)

	Engenharia	
	Brasil	Indústria de Transformação
1994	5.538,6	6.486,8
1995	6.133,1	7.016,4
1996	6.476,5	6.942,8
1997	6.570,7	7.288,9
1998	6.383,1	6.973,6
1999	6.050,1	6.592,7
2000	6.094,8	6.552,6
2001	6.233,4	6.950,2
2002	5.885,3	6.639,8
2003	5.741,8	6.791,7
2004	6.028,3	6.899,1
2005	6.180,1	7.099,8
2006	6.386,7	6.762,4

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego, Ipeadata. Elaboração própria

A caracterização da indústria de transformação brasileira realizada até agora, entretanto, não permite que se perceba se há comportamentos distintos, característicos de cada segmento. Os dados, até aqui destacados são resultados da agregação do desempenho individual de cada setor. A composição da indústria é feita por vinte e três segmentos que têm dinâmicas muito diferentes entre si, tanto em termos de contratação de funcionários, contratação de engenheiros e de reação às mudanças no mercado de trabalho, quanto distintos processos produtivos, organização industrial e dinâmica mercadológica. Em razão dessa variedade, é fundamental aprofundar o estudo em nível setorial para buscar evidências se, ao menos em alguns setores, as mudanças realizadas alteraram a estrutura da composição do emprego entre os engenheiros.

3.5.1. Emprego de engenheiros por setores da Indústria da Transformação

Essa seção tem início com a distribuição dos vínculos laborais de engenheiros entre os setores que compõem a indústria de transformação brasileira, seguindo a metodologia da CNAE 1.0 e com abertura de dois dígitos. Por ser composta por segmentos diferentes e que se comportam de maneira distinta frente às mudanças do mercado, olhar para a média da Indústria no seu agregado pode esconder importantes fatos em cada setor. Dessa forma a análise setorial é de grande importância para a verificação de um cenário de mudança na demanda por engenheiros por parte de alguns setores.

Dentre os valores apresentados na tabela 3.7, cinco setores se destacam pelo número absoluto de vínculos de engenheiros e pelo crescimento que os conduziu a essa posição no ano de 2006.

Tabela 3.7 – Vínculos laborais de engenharia na indústria de transformação (1994 e 2006).

Setores da Indústria	1994	2006	Crescimento % em 2006	Média anual de crescimento
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	3.928	7.797	98,5	5,9
Fabricação de máquinas e equipamentos	3.994	6.062	51,8	3,5
Fabricação de outros equipamentos de transporte	1.325	3.986	200,8	9,6
Fabricação de produtos químicos	3.778	3.965	4,9	0,4
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	1.022	3.365*	229,3*	11,4*
Metalurgia básica	4.638	3.566	-23,1	-2,2
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	3.042	3.210	5,5	0,4
Fabricação de produtos alimentares e bebidas	2.280	3.030	32,9	2,4
Fabricação de produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	1.759	2.190	24,5	1,8
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	2.552	2.168	-15,0	-1,3
Fabricação de artigos de borracha e plástico	1.059	1.670	57,7	3,9
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	1.245	1.298	4,3	0,3
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	864	1.117	29,3	2,2
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	537	1.109	106,5	6,2
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	779	592	-24,0	-2,3
Fabricação de produtos têxteis	790	430	-45,6	-4,9
Fabricação de móveis e indústrias diversas	251	319	27,1	2,0
Fabricação de produtos de madeira	207	287	38,6	2,8
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	116	170	46,6	3,2
Edição, impressão e reprodução de gravações	296	165	-44,3	-4,8
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	191	86	-55,0	-6,4
Reciclagem	41	47	14,6	1,1
Fabricação de produtos do fumo	48	24	-50,0	-5,6
Indústria da Transformação	34.742	44.817	29,0	2,1

*Em razão de problemas no registro dos profissionais deste setor, os dados utilizados se referem ao ano de 2005
Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego. Elaboração própria.

As diferentes relações apresentadas pelos segmentos da indústria de transformação brasileira reforçam que de fato não há uma tendência comum de comportamento em relação aos vínculos de engenharia. Entre 1994 e 2006, a composição industrial em termos de engenharia

passou por mudanças significativas, onde se destacaram o comportamento de cinco setores: Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool; Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias; Fabricação de outros equipamentos de transporte; Fabricação de máquinas e equipamentos; Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios.

Nos setores sinalizados em que a análise se desdobrou em dados mais específicos foi possível identificar que o período entre 2000 e 2001 foram os anos em que se deu a inflexão para o crescimento dos vínculos de engenharia ou a dinâmica do emprego desses profissionais teve ritmo maior do que seguia anteriormente. Esse comportamento é semelhante ao apresentado pela média da indústria de transformação que, como visto anteriormente, voltou a contratar para a área de engenharia a partir do ano de 1999, mas com muito mais velocidade. Em todos esses setores, a reversão da política pós o período de ajuste até 1999, a estratégia foi de intensificar as respectivas áreas de engenharia.

A tabela 3.8 auxilia na percepção da importância desses setores para a questão. A partir dos dados é possível identificar quais são os principais setores que mais demandaram engenheiros no período. Os dados também permitem que se identifiquem os setores que puxaram o estabelecimento de vínculos laborais desses profissionais.

Tabela 3.8 – Participação dos setores da Indústria no emprego de engenheiros, em % (1994 e 2006)

Setores da Indústria	1994	2006
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	11,3	17,4
Fabricação de máquinas e equipamentos	11,5	13,5
Fabricação de outros equipamentos de transporte	3,8	8,9
Fabricação de produtos químicos	10,9	8,8
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	2,9	8,0*
Metalurgia básica	13,3	8,0
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	8,8	7,2
Fabricação de produtos alimentares e bebidas	6,6	6,8
Fabricação de produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	5,1	4,9
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	7,3	4,8
Fabricação de artigos de borracha e plástico	3,0	3,7
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	3,6	2,9
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	2,5	2,5
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	1,5	2,5
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	2,2	1,3
Fabricação de produtos têxteis	2,3	1,0
Fabricação de móveis e indústrias diversas	0,7	0,7
Fabricação de produtos de madeira	0,6	0,6
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	0,3	0,4
Edição, impressão e reprodução de gravações	0,8	0,4
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	0,5	0,2
Reciclagem	0,1	0,1
Fabricação de produtos do fumo	0,1	0,1
Total da indústria	100	100

*Em razão de problemas no registro dos profissionais deste setor, os dados utilizados se referem ao ano de 2005
Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego. Elaboração própria

A partir das tabelas 3.7 e 3.8 é possível perceber que, além de apresentarem taxas de crescimento expressivas, os mesmos setores são também os principais contratantes para a área de engenharia. A soma desses fatores – volume de vínculos e rápido crescimento, dentro sobre uma base significativa – resultou no crescimento da concentração dos vínculos laborais de engenheiros na indústria. Isso pode ser refletido a partir do peso desses segmentos em relação ao total de vínculos estabelecidos. Em 1994, esses segmentos eram responsáveis por 31% dos vínculos laborais de engenheiros. No final de 2006, esses mesmos setores passaram a representar 50,3% dos vínculos estabelecidos.

Ao longo dos 13 anos da análise, a estrutura dos principais setores em termos de vínculos empregatícios passou por algumas alterações. A redução no número de vínculos de engenheiros no segmento de Metalurgia básica teve como reflexo a perda da posição de principal setor em vínculos de engenharia para o sexto lugar. A primeira posição entre os setores que mais cresceram em termos absolutos de vínculos de engenheiros foi o segmento de Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias, que passou a concentrar 17,4% dos vínculos profissionais de engenharia que presentes na indústria no ano de 2006. Outro ponto de destaque é que o ritmo do crescimento para os setores de Fabricação de outros equipamentos de transporte e Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool, desempenho que resultou no expressivo aumento na participação dos mesmos – terceiro e quinto lugares, respectivamente.

Esse desempenho por parte destes segmentos da indústria é ainda mais significativo quando se observa a importância que os profissionais da área de engenharia têm em relação ao total de empregados de cada setor (tabela 3.9). A intensidade de engenharia nesses setores é significativa em relação a média apresentada pela indústria. O expressivo aumento no volume de engenheiros por parte desses setores no período selecionado resultou em expansão de engenheiros em seu quadro de funcionários.

Tabela 3.9 – Participação da engenharia em relação ao total de empregados, em % (1994 e 2006)

Setores da Indústria	1994	2006
Fabricação de outros equipamentos de transporte	2,8	5,0
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	1,8	4,2*
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	3,5	2,6
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	1,4	2,2
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	1,2	2,1
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	2,0	1,9
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	3,6	1,7
Fabricação de máquinas e equipamentos	1,4	1,6
Metalurgia básica	1,8	1,5
Fabricação de produtos químicos	1,3	1,2
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,6	0,7
Fabricação de produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	0,6	0,5
Fabricação de artigos de borracha e plástico	0,4	0,4
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,5	0,4
Fabricação de produtos alimentares e bebidas	0,3	0,2
Reciclagem	1,0	0,2
Fabricação de produtos do fumo	0,2	0,2
Fabricação de produtos têxteis	0,2	0,1
Fabricação de produtos de madeira	0,1	0,1
Fabricação de móveis e indústrias diversas	0,1	0,1
Edição, impressão e reprodução de gravações	0,2	0,1
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	0,0	0,0
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	0,0	0,0
Total da Indústria	0,69	0,70

*Em razão de problemas no registro dos profissionais deste setor, os dados utilizados se referem ao ano de 2005
Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego. Elaboração própria.

De modo geral, dez setores apresentam participação da engenharia acima da média apresentada pela indústria de transformação. Os destaques ficam por conta da intensidade dos dois primeiros setores – Fabricação de outros equipamentos de transporte e Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool – significativamente superiores à média brasileira e muito próximas da média da indústria norte-americana (4,5%, em 2006).

Entre os cinco setores em que a engenharia tem maior participação dentro do total de empregados, quatro tiveram substancial crescimento da participação de vínculos de engenheiros

em relação ao quadro de funcionários. A exceção fica por conta do segmento de Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações, setor de alto conteúdo tecnológico, que apesar de ser o terceiro setor em intensidade de engenheiros em 2006, apresentou diminuição na parcela dos profissionais classificados com vínculo de engenharia em relação ao total da mão-de-obra do segmento – passou de 3,5%, em 1994 para o nível de 2,6%.

Outro setor com conteúdo tecnológico significativo, mas que diminuiu sua intensidade de engenheiros foi o de Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática – passou de 3,6% para 1,7% entre 1994 e 2006. Esses dois setores apresentam movimentos negativos nos outros dois indicadores, isto é, também reduziram o volume de vínculos para engenheiros, a responsabilidade na demanda por engenheiros. Cabe aqui destacar que esses foram os setores que mais apresentaram descontinuidade em suas cadeias produtivas a partir do fim da proteção ao mercado interno brasileiro (Furtado, 2004). Tendo em vista que os engenheiros são profissionais importantes para atividades tecnológicas nesses segmentos, os valores obtidos com os indicadores podem sinalizar para uma possível descontinuidade de atividades tecnológicas por parte das empresas que os compõem.

Tabela 3.10 – Média das remunerações para os vínculos de engenharia (em Reais) e crescimento do período (em %) (1994 e 2006)

	1994	2006	Crescimento (em %)
Fabricação de produtos alimentares e bebidas	4.724,20	4.518,82	-4,3
Fabricação de produtos do fumo	9.520,84	10.952,56	15,0
Fabricação de produtos têxteis	5.786,88	4.640,52	-19,8
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	2.696,20	4.477,94	66,1
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	2.995,67	3.231,13	7,9
Fabricação de produtos de madeira	3.876,44	4.202,63	8,4
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	6.392,86	7.184,66	12,4
Edição, impressão e reprodução de gravações	3.504,32	5.603,06	59,9
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	10.184,58	15.333,24	50,6
Fabricação de produtos químicos	7.874,22	7.647,79	-2,9
Fabricação de artigos de borracha e plástico	5.630,27	5.422,41	-3,7
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	5.999,90	4.953,73	-17,4
Metalurgia básica	6.119,95	7.092,79	15,9
Fabricação de produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	5.208,46	4.927,73	-5,4
Fabricação de máquinas e equipamentos	5.987,91	6.080,33	1,5
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	6.413,19	5.901,41	-8,0
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	6.727,31	6.228,12	-7,4
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	6.488,56	6.049,79	-6,8
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	5.457,93	6.229,26	14,1
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	8.068,34	7.306,95	-9,4
Fabricação de outros equipamentos de transporte	6.318,66	8.771,72	38,8
Fabricação de móveis e indústrias diversas	3.433,82	3.640,68	6,0
Reciclagem	7.424,50	5.418,28	-27,0
Indústria da Transformação	6.484,11	6.748,75	4,1

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho e Emprego. Elaboração própria.

Da mesma forma que fizemos com a indústria de transformação, é válido também buscar os valores das remunerações dos profissionais de engenharia para cada setor, medida em Reais (tabela 3.10). O destaque fica por conta da remuneração média encontrada no segmento de Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool, que proporciona a maior renda para os engenheiros dentro da indústria. Quanto à velocidade do crescimento no período, o setor que proporcionou o maior aumento para seus

engenheiros foi o de Confecção de artigos do vestuário e acessórios. Em relação aos setores que se destacaram pelo crescimento nos vínculos para engenharia, não é possível definir um padrão setorial para a análise, já que o comportamento de cada segmento apresenta trajetórias distintas.

3.6.Principais conclusões do capítulo

Em linhas gerais, o capítulo 3 buscou identificar mudanças na estrutura dos vínculos formais de emprego de engenheiros para a economia brasileira e, mais especificamente, as alterações na indústria de transformação, tendo em vista as mudanças entre 1994 e 2006. Para isso, o trabalho baseou-se na base de dados da RAIS para a formulação de indicadores, como participação de engenheiros no total de empregos, volume e velocidade de crescimento de profissionais contratados e remuneração, de forma que possibilitasse traçar a trajetória dos engenheiros na indústria.

A primeira conclusão obtida foi de que as mudanças em treze anos da economia brasileira resultaram em uma menor participação dos engenheiros como trabalhadores com vínculos formais de trabalho. Tal movimento é resultado da redução do número de engenheiros, num primeiro momento; e da contratação desses profissionais em ritmo menor do que o crescimento do emprego formal. O saldo desses dois movimentos distinto, porém complementares, é de que a economia brasileira apresenta evidências que detêm uma nova estrutura em que a retomada do emprego, após anos de queda, atribui à engenharia um espaço menor. Porém, cabe destacar que a remuneração média desses profissionais apresentou certo crescimento ao longo do período, com destaque para os primeiros anos após a implementação do Plano Real, *vis-à-vis* a comparação com outras categorias ocupacionais.

Dentro dessa tendência de menor participação da engenharia, a indústria de transformação ampliou seu papel como principal empregadora de engenheiros. Essa importância começou a ficar maior a partir de um novo ambiente econômico, voltado para as exportações, que começa a ganhar espaço na economia brasileira. A retomada da atividade industrial trouxe consigo uma maior contratação de engenheiros do que acontecia na atividade econômica brasileira de modo geral.

A avaliação da participação da engenharia na indústria de transformação permite identificar que, apesar do crescimento absoluto na demanda por vínculos de engenharia, a participação desses profissionais na indústria brasileira não foi alterada ao longo dos treze anos estudados. Apesar da maior pressão por modernização da produção e do novo impulso para

investimentos, nos primeiros anos após o Plano Real; e a retomada das exportações e do crescimento econômico, nos anos 2000, esses elementos não foram suficientes para que se aumentasse a utilização proporcional de engenheiros na indústria brasileira.

Porém, as evidências apresentadas pela indústria de transformação representam a média de distintos movimentos realizados pelos vinte e três setores que a compõe. Dessa forma, a desagregação setorial permite uma investigação mais minuciosa da questão da estrutura do emprego da engenharia. Os dados mostram que não há, de fato, um comportamento comum entre os setores.

Do total de setores, cinco apresentam comportamento positivo em relação à expansão na contratação de profissionais de engenharia: Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool; Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias; Fabricação de máquinas e equipamentos; Fabricação de outros equipamentos de transporte; Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios. Esses são setores que foram formados ao longo do processo de construção da indústria nacional, a partir de 1950, e que envolvem uma grande participação de profissionais de engenharia e de seus conhecimentos técnicos para resolução de problemas.

No período aqui estudado, esses setores apresentaram crescimento no volume de engenheiros empregados muito acima da média da indústria, o que representou a ampliação do respectivo peso dos segmentos na contratação desses profissionais dentro da indústria de transformação. O resultado deste processo foi a intensificação das atividades de engenharia nesses setores. Ou seja, as evidências apontam que esses setores promoveram sua inserção em um ambiente de maior pressão competitiva e de redefinição de estratégias de atuação expandindo as atividades de engenharia realizadas pelas empresas.

Assim, apesar da queda da participação da engenharia no emprego formal na economia brasileira e da estagnação da participação dos mesmos nos vínculos laborais da indústria de transformação, alguns setores de importância histórica para o desenvolvimento industrial brasileiro apresentaram evolução em engenharia. Cabe agora investigar o possível conteúdo tecnológico dessas contratações.

CAPÍTULO 4 – A PARTICIPAÇÃO DA ENGENHARIA NAS ATIVIDADES DE P&D DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO

Após discutir a participação da engenharia no processo de industrialização e desenvolvimento dos países e caracterizar a contratação de engenheiros por parte da indústria de transformação brasileira, cabe agora investigar a relação dos engenheiros com as atividades de P&D. Tendo em vista o papel de mão-de-obra qualificada para atuar em atividades intensivas em conhecimento, o objetivo desse capítulo é abordar a questão da importância das atividades que envolvem tecnologia e a contratação de engenheiros por parte da indústria de transformação, buscando verificar a intensificação das atividades tecnológicas dentro das empresas. A intensificação das atividades é entendida por crescimento no esforço empregado por parte dos setores da indústria de transformação em atividades de P&D, refletindo em aumento da participação dos engenheiros na execução de P&D nas empresas.

Para isso são utilizados dados disponíveis na PINTEC referentes ao desempenho tecnológico e a estrutura de profissionais envolvidos com a atividade inovativa. A primeira seção discute as características dessa base de dados e as informações que serão utilizadas.

A análise do desempenho tecnológico da indústria de transformação e sua relação com as mudanças no emprego de engenheiros são divididas em duas seções. A segunda seção esclarece a trajetória do empenho em atividade de P&D na indústria de transformação e nos setores que a compõe. Assim é possível identificar quais os setores que aumentaram suas atividades tecnológicas no período. A terceira seção apresenta os dados referentes aos profissionais que atuam no desenvolvimento de tecnologia de cada setor, com foco para os profissionais de engenharia. A partir dessas informações é possível discutir a intensificação das atividades tecnológicas ao longo dos anos.

4.1. Base de dados: a PINTEC

A base de dados utilizada no trabalho para entender a participação da engenharia nas atividades de P&D no Brasil foi a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC). Essa pesquisa realizada pelo IBGE tem por objetivo coletar informações sobre vários aspectos do processo de inovação tecnológica nas empresas brasileiras para a elaboração de indicadores nacionais e que podem ser comparados com dados internacionais.

Os alicerces dessa pesquisa estão fundados na metodologia do Manual de Oslo da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), internacionalmente

aceita e utilizada. Mais especificamente, o modelo utilizado na elaboração da pesquisa segue a terceira versão da *Community Innovation Survey* de 1998 – 2000 (CIS III).

A partir do ano de referência de 2005, a PINTEC (que era trienal) torna-se uma pesquisa bienal e seu universo de investigação foi ampliado para incorporar, além das atividades das indústrias extrativas e de transformação, os serviços de alta intensidade tecnológica: telecomunicações, informática e pesquisa e desenvolvimento⁵⁷.

O objeto de pesquisa da PINTEC é a empresa, definida como uma unidade jurídica caracterizada por uma firma ou razão social, que responde pelo capital investido. O espaço amostral é definido por todas as empresas que tem CNPJ e estão classificadas no Cadastro Central de Empresas (CEMPRE) do IBGE, que estão ativas e possuem 10 ou mais pessoas ocupadas. A referência para a classificação de atividades, assim como a RAIS, também é a CNAE 1.0.

As informações que são buscadas pela pesquisa se referem às características da empresa, às inovações de produto e/ou processo implementadas, incompletas ou abandonadas; às atividades inovativas desenvolvidas; aos gastos com estas atividades; ao financiamento destes gastos; ao caráter das atividades internas de P&D e número, nível de qualificação e tempo de dedicação das pessoas envolvidas com esta atividade; aos impactos da inovação no valor das vendas e exportações; às fontes de informação utilizadas; aos arranjos cooperativos estabelecidos com outra(s) organização(ões); ao apoio do governo; às patentes e outros métodos de proteção; aos problemas encontrados; e às mudanças estratégicas e organizacionais empreendidas no período da pesquisa.

Com todas essas características, os dados da PINTEC se mostram importantes no objetivo de identificar o peso das atividades de P&D na contratação de profissionais para cargos de engenharia na indústria de transformação. O cálculo dos valores da intensidade tecnológica para as três edições da PINTEC permite que seja observado se os segmentos da indústria de transformação estão em um processo de intensificação das atividades de P&D, isto é, verificar se ao longo do tempo houve crescimento nos valores investidos em P&D em relação aos respectivos faturamentos. Além disso, por meio da participação das atividades no orçamento destinado a

57 A partir desse ano, a pesquisa passa a investigar também o setor de serviços e deixa de apresentar o termo Industrial em seu nome, denominando-se somente Pesquisa de Inovação Tecnológica.

inovação se tem mais um indicador de mensuração para saber se os setores estão internalizando a P&D e se a execução de atividades tecnológicas dentro das empresas é importante.

Em outro bloco do questionário da PINTEC se investiga de forma mais específica as atividades internas de P&D das empresas. Existem duas perguntas ligadas ao pessoal que participa da P&D dentro da firma. A primeira pergunta⁵⁸ envolve o número de pessoas do quadro da empresa que normalmente tem como uma das ocupações as atividades de P&D, separando em categorias por nível de qualificação – doutores, mestres, graduados, técnicos de nível médio e outros de suporte – e por tempo de dedicação a estas atividades – dedicação exclusiva, dedicação parcial e o percentual médio de dedicação.

A segunda questão⁵⁹ sobre mão-de-obra pede para que as empresas especifiquem o número dos técnicos de nível superior e o número de profissionais com pós-graduação que normalmente se ocupam com as atividades de P&D segundo as ocupações especificadas – formação básica⁶⁰ – e o tempo de dedicação a estas atividades – dedicação exclusiva ou dedicação parcial. As seis categorias para a classificação dos profissionais são: i) químicos, físicos e assemelhados; ii) engenheiros, arquitetos e assemelhados; iii) médicos cirurgiões dentistas, veterinários, enfermeiros e assemelhados; iv) biólogos, bacteriologistas, farmacologistas e assemelhados; v) estatísticos, matemáticos, analistas de sistemas e assemelhados; e vi) outros. Mesmo incluindo arquitetos e profissionais semelhantes, é nessa divisão que estão inclusos os profissionais com vínculos empregatícios de engenheiro que estão envolvidos em atividades de P&D nas três edições da pesquisa. Com isso, e para fins dessa dissertação, torna-se possível investigar se a engenharia tem uma participação relevante nas atividades tecnológicas e saber se, de maneira semelhante aos esforços inovativos, há um processo de intensificação da engenharia no P&D na indústria de transformação.

4.2. A Intensidade Tecnológica da Indústria de transformação

Como o conhecimento que os engenheiros adquirem nos anos de estudos e suas qualificações técnicas são largamente utilizadas em processos de concepção e desenvolvimento de inovações tecnológicas, principalmente nas empresas, a hipótese por trás dessa investigação é

58 A pergunta tem como respostas os itens 46 a 60 do questionário da PINTEC.

59 A pergunta tem como respostas os itens 61 a 84 do questionário da PINTEC.

60 Para a obtenção desses dados foi necessário pedir uma tabulação especial ao IBGE na qual fosse possível identificar os engenheiros, com a abertura da CNAE a três dígitos.

de que a participação desses profissionais nas atividades inovativas das empresas foi alterada em decorrência da reestruturação da indústria de transformação. Além disso, a seção também pretende verificar se esse crescimento foi acompanhado de intensificação das respectivas atividades tecnológicas no mesmo período – entendida aqui como a proporção dos gastos realizados em atividades internas de P&D com a receita líquida dos setores. Esses dois indicadores permitem mensurar a importância da engenharia no esforço tecnológico brasileiro e traçar a trajetória recente de sua evolução.

Assim como foi feita a ressalva para a importância de olhar os dados da indústria de transformação com cuidado, pois eles representam a média do comportamento e da dinâmica do estabelecimento de vínculos laborais de cada segmento que a compõe, a mesma preocupação é válida na análise dos dados tecnológicos da indústria, que também devem ser estudados com parcimônia. Por serem setores que desenvolvem e utilizam tecnologia por diferentes caminhos, os valores apresentados pela média da indústria de transformação podem esconder comportamentos destacáveis de alguns segmentos.

Cabe destacar também que as diferenças em termos de dinâmica tecnológica de cada segmento resultam em padrões de desempenho distintos dentro da mesma economia. Erber (2001) usa como exemplo os Estados Unidos – país reconhecidamente inovador, no qual a indústria de alimentos e a indústria de computadores destinam 0,5% e 9,2% do seu faturamento líquido para atividades de P&D, respectivamente. E é a partir das diferenças de investimentos em atividades tecnológicas que a OCDE realiza a classificação dos setores com base nos padrões de esforço tecnológico realizado em cada um. Existem dois indicadores elaborados pela instituição que medem a intensidade tecnológica dos setores que compõem a indústria: i) os gastos em P&D em relação ao valor adicionado e ii) os gastos em P&D em relação à produção. A OCDE utiliza os valores obtidos para classificar os setores em quatro categorias:

- setores de alta intensidade tecnológica: aeroespacial; farmacêutico; de informática; eletrônica e telecomunicações; instrumentos;
- média-alta intensidade tecnológica: setores de material elétrico; veículos automotores; química, excluído o setor farmacêutico; ferroviário e de equipamentos de transporte; máquinas e equipamentos;

- média-baixa intensidade tecnológica: setores de construção naval; borracha e produtos plásticos; coque, produtos refinados de petróleo e de combustíveis nucleares; outros produtos não metálicos; metalurgia básica e produtos metálicos;
- baixa intensidade tecnológica: outros setores e de reciclagem, madeira, papel e celulose; editorial e gráfica; alimentos, bebidas e fumo; têxtil e de confecção, couro e calçados.

A composição industrial em termos de intensidade tecnológica da indústria de transformação é definida a partir da participação de cada categoria no total investido em inovação, o que define também o grau de desenvolvimento tecnológico da economia. Para Erber (2001) “quanto maiores forem os pesos relativos de setores que atuam próximos da fronteira tecnológica e de setores produtores de bens de capital, maior tende a ser o uso de ativos tecnológicos e mais rápido o progresso técnico” (p. 3). Essa composição permite identificar a estrutura dos esforços inovativos, onde estão os principais setores inovativos e qual a característica da indústria brasileira em termos de tecnologia.

Segundo Quadros e Furtado (2005), a indústria brasileira possui uma posição intermediária em termos de esforço tecnológico⁶¹ em comparação com países desenvolvidos, estando próximo de países como Espanha e Itália. Entretanto, segundo os autores, os países desenvolvidos têm como característica a concentração dos seus gastos em atividades de P&D em setores de alta e média-alta tecnologia, nos quais foram construídas vantagens competitivas internas. Já no Brasil, a homogeneidade apresentada pela indústria em termos de intensidade tecnológica aponta “a fraqueza dos setores de alta tecnologia e a falta de especialização dinâmica do sistema produtivo brasileiro” (p. 74). A maior parte dos esforços tecnológicos da indústria brasileira se concentra em atividades de intensidade tecnológica média-alta, seguida pela categoria de média-baixa. Esse resultado corrobora as afirmações de Quadros *et alii* (1999), que analisaram as características da inovação tecnológica da indústria paulista a partir de dados da Paep⁶². Os setores intermediários também são os primeiros em termos de volume de P&D, o que para os autores seria reflexo do padrão de industrialização seguido pelo país na década de 1970.

61 O trabalho utilizou como indicador de intensidade tecnológica os valores gastos em P&D em relação ao valor adicionado.

62 Pesquisa de Atividade Econômica Paulista, da Fundação SEADE.

Tabela 4.1 – Participação dos setores nos gastos totais em atividades inovativas por parte da indústria de transformação (em %)

	2000	2003	2005
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	17,1	14,4	17,7
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	10,1	14,7	11,7
Fabricação de produtos químicos	14,6	12,4	11,7
Fabricação de máquinas e equipamentos	5,6	7,2	8,3
Metalurgia básica	10,2	5,1	5,9
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	5,3	4,6	5,8
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	3,2	5,5	5,2
Fabricação de artigos de borracha e plástico	4,5	3,5	4,4
Fabricação de outros equipamentos de transporte	2,5	6,2	4,3
Fabricação de produtos de metal	2,7	2,9	3,7
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	3,7	3,2	3,2
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	3,8	3,0	3,1
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	3,8	3,6	3,0
Fabricação de produtos têxteis	2,8	3,4	2,2
Edição, impressão e reprodução de gravações	2,3	1,4	2,0
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	0,9	1,6	1,6
Fabricação de móveis e indústrias diversas	2,1	1,7	1,6
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	0,9	0,8	1,2
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	1,2	2,2	1,2
Fabricação de produtos de madeira	1,5	1,2	0,8
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	1,0	1,2	0,8
Fabricação de produtos do fumo	0,2	0,3	0,4
Reciclagem	0,0	0,0	0,1
Total da Indústria de transformação	100,0	100,0	100,0

Fonte: Pintec 2000, Pintec 2003, Pintec 2005; IBGE. Elaboração própria.

A partir dessas observações, a tabela abaixo estabelece a relação entre os gastos agregados em atividades de inovação com a receita líquida das vendas para a indústria de transformação. De maneira geral, a indústria de transformação está diminuindo a sua intensidade tecnológica, ou seja, as atividades inovativas não estão acompanhando o ritmo do crescimento da receita das empresas, já que a proporção de gastos e receita total passou de 3,9% em 2000 para 2,8% em 2005.

Tabela 4.2 – Gastos em atividades inovativas da indústria, receita das vendas da indústria e intensidade tecnológica

	2000	2003	2005
Gastos em atividades inovativas (1)	22.155.258	23.034.602	33.724.694
Receita das vendas (2)	569.609.649	929.837.696	1.202.698.981
Intensidade tecnológica (1/2)	3,9 %	2,5 %	2,8 %

Fonte: Pintec 2000, Pintec 2003, Pintec 2005; IBGE. Elaboração própria.

É importante ressaltar que a intensidade tecnológica no triênio de 2001-2003 teve forte queda em relação ao período anterior. Enquanto a receita líquida da indústria cresceu mais de 63%, os recursos destinados as atividades tecnológicas aumentaram quase 4%. Na terceira edição da pesquisa, em 2005, a indústria retoma sua intensidade tecnológica, mas sem recuperar o nível de 1998-2000. O contexto macroeconômico do período é a justificativa para tal resultado negativo nos anos entre 2001 e 2003 em comparação com a edição anterior da pesquisa (1998-2000). Enquanto o crescimento do PIB em 2000 foi de 4,4%, com uma expansão da indústria em 4,8%, o desempenho em 2003 foi bem mais modesto, com estagnação do PIB e da indústria. Com esse cenário, a formação bruta de capital fixo – variável utilizada para identificar a taxa de investimento em capacidade produtiva – tem redução entre 2002 e 2003 de 5,1%. O resultado foi a continuidade da perda de participação da indústria no PIB, série que começou em 2000, declinando de 19,3% para 17,8% entre os anos (IBGE, 2005).

A tabela 4.3 mostra como o comportamento de redução da intensidade tecnológica é repetido por diversos setores que compõem a indústria de transformação⁶³. Somente cinco dentre os vinte e três setores da indústria tiveram aumento nos esforços tecnológicos entre 2000 e 2005 – Fabricação de produtos do fumo; Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados; Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática; Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações; Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios; Fabricação de outros equipamentos de transporte.

Esses dois últimos setores tiveram destaque pelo crescimento nos vínculos laborais de engenharia explicitado no capítulo anterior, baseado em dados da RAIS, revelando um aspecto positivo em termos de intensidade tecnológica. O comportamento dos setores de Fabricação de

⁶³ Os valores absolutos dos gastos em atividades tecnológicas estão no Anexo 1.

coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool e Fabricação de máquinas e equipamentos não alteraram os investimentos entre a primeira e a terceira edições da PINTEC, apesar da queda da proporção do último setor em 2003. Mesmo com a recuperação entre 2003 e 2005, o setor de Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias – que estabeleceu o maior número de vínculos de engenheiros – apresentou redução nos esforços inovativos.

Tabela 4.3 – Proporção dos gastos em relação à receita das vendas na indústria de transformação, por setor (em %)

	2000	2003	2005
Fabricação de outros equipamentos de transporte	5,9	8,6	6,1
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	5,0	3,1	5,3
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	4,8	4,3	5,2
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	7,1	3,9	4,4
Fabricação de máquinas e equipamentos	4,1	3,3	4,1
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	3,1	5,5	3,8
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	5,8	3,1	3,5
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	4,9	2,7	3,3
Fabricação de artigos de borracha e plástico	4,5	2,2	3,3
Fabricação de produtos de metal	3,5	2,5	3,0
Fabricação de móveis e indústrias diversas	3,6	2,4	2,9
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	3,9	2,2	2,9
Fabricação de produtos têxteis	3,6	3,3	2,9
Edição, impressão e reprodução de gravações	3,3	1,7	2,9
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	1,8	2,1	2,8
Fabricação de produtos químicos	4,0	2,2	2,5
Metalurgia básica	6,3	1,7	2,0
Fabricação de produtos de madeira	5,2	2,3	1,8
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	2,1	1,8	1,7
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	2,1	2,3	1,7
Reciclagem	4,5	0,7	1,6
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	1,4	1,4	1,4
Fabricação de produtos do fumo	1,1	1,0	1,4
Indústrias de transformação	3,9	2,5	2,8

Fonte: Pintec 2000, Pintec 2003, Pintec 2005; IBGE. Elaboração própria.

Porém, a intensidade tecnológica medida através dos gastos em atividades inovativas apresenta o valor total investido por parte dos setores no final do período. Esse ponto deve ser

considerado, pois as atividades inovativas abarcam diferentes modalidades de esforço tecnológico. Em sua metodologia, a PINTEC apresenta sete categorias de atividade inovativa: atividades internas de P&D, aquisição externa de P&D, aquisição de outros conhecimentos externos, aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento, introdução das inovações tecnológicas no mercado, projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição. Os benefícios e as competências envolvidas na realização de atividades de P&D pelas empresas fazem com que a categoria de atividades internas de P&D seja a que mensura melhor o comprometimento das empresas com a inovação. É a partir dos valores empregados nessa categoria que o trabalho irá verificar a intensificação das atividades inovativas.

Para medir a intensidade do esforço inovador dos setores da indústria foram utilizados dois indicadores. O primeiro consiste no cálculo da proporção do volume empregado em atividades internas de P&D em relação à receita líquida de vendas, o que representa o montante dos recursos destinado à atividade de P&D. O segundo indicador mensura a importância da atividade interna de P&D através da participação que a mesma tem no total dos gastos em atividades inovativas.

A redução da intensidade das atividades inovativas de modo geral em 2003 refletiu no volume destinado para as atividades inovativas na empresa. Os dados apresentados na tabela 4.4 apontam que a indústria de transformação diminuiu a proporção de recursos destinados ao P&D realizado internamente, porém a recuperação do indicador em 2005 permitiu que o P&D das firmas voltasse ao mesmo nível⁶⁴.

⁶⁴ As informações referentes aos valores empregados nas atividades internas de P&D, verificar o Anexo.

Tabela 4.4 – Gastos em atividades internas de P&D em relação à receita das vendas na indústria de transformação, por setor (em %)

	2000	2003	2005
Fabricação de outros equipamentos de transporte	2,7	4,1	3,2
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	1,8	1,2	2,3
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	1,3	1,9	1,5
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1,8	0,7	1,3
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	0,9	1,6	1,3
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	1,6	1,1	1,1
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	0,9	0,6	0,8
Fabricação de máquinas e equipamentos	1,1	0,7	0,6
Fabricação de produtos químicos	0,7	0,5	0,5
Fabricação de móveis e indústrias diversas	0,3	0,2	0,5
Fabricação de artigos de borracha e plástico	0,4	0,3	0,4
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,3	0,2	0,4
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	0,3	0,2	0,3
Fabricação de produtos do fumo	0,6	0,4	0,2
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,4	0,2	0,2
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	0,2	0,3	0,2
Fabricação de produtos têxteis	0,3	0,2	0,2
Fabricação de produtos de metal	0,4	0,2	0,2
Metalurgia básica	0,4	0,2	0,2
Fabricação de produtos de madeira	0,2	0,1	0,1
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	0,2	0,1	0,1
Edição, impressão e reprodução de gravações	0,1	0,0	0,1
Reciclagem	x	x	x
Indústrias de transformação	0,7	0,5	0,6

Fonte: Pintec 2000, Pintec 2003, Pintec 2005; IBGE

Cada setor passou pelo período de incerteza de maneira distinta, inclusive não sendo possível estabelecer um padrão de comportamento comum entre os setores que compõem a mesma categoria da OCDE em termos de intensidade tecnológica. No que cabe aos setores que se destacaram no crescimento dos vínculos de engenharia, a trajetória apresentada por eles também não obedece a um comportamento comum, já que Fabricação de máquinas e equipamentos tem queda nos três anos pesquisados; os setores de Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool e de Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para

automação industrial, cronômetros e relógios reduziram a intensidade em atividades de P&D em 2003 para depois voltar a investir – porém, o primeiro não retoma o nível anterior e o segundo intensifica ainda mais os investimentos internos em 2005.

Por fim, o clima de incerteza sobre a economia entre os anos de 2001 e 2003 tornou os investimentos internos em atividades tecnológicas mais importantes para as empresas dos segmentos de Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carroceria e Fabricação de outros equipamentos de transporte. O resultado de 2005 não apresenta a mesma dinâmica, com a queda na intensidade do P&D interno, ainda que mantido acima do estabelecido em 2000.

O que pode ser visto nessa mesma tabela é que os setores com maior intensidade de engenheiros apresentam também intensidade de P&D acima da média brasileira, com exceção de Fabricação de máquinas e equipamentos. Essa proposição é válida também para os outros setores que apresentaram intensidade elevada de vínculos laborais em engenharia⁶⁵, mas que não tiveram destaque no desempenho dos vínculos empregatício. Ou seja, os setores que empregam mais engenheiros na indústria de transformação brasileira investem mais em atividades internas de tecnologia, o que mostra que a presença desses profissionais nas atividades industriais está ligada a atividades de maior conteúdo tecnológico.

Contudo, em relação ao processo de intensificação dessas atividades, os setores que foram os mais destacados nos vínculos de engenharia no emprego apresentaram trajetórias particulares. Dois dos cinco setores selecionados na verdade diminuíram as atividades de P&D nas empresas – Fabricação de máquinas e equipamentos e Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool.

As atividades internas de P&D passaram a ter maior representatividade no total investido pelas empresas em atividades inovativas, principalmente nos anos difíceis entre 2001 e 2003, como visto na tabela 4.5, porém elas representam menos de um quarto entre as atividades inovativas realizadas pelas empresas. Os destaques ficam por conta dos setores analisados pelo desempenho empregador de engenheiros, que apresentam valores expressivos na importância dada às atividades internas de P&D. Este é mais um argumento que demonstra que a presença dos engenheiros é um importante elemento para as atividades tecnológicas desenvolvidas pelos setores da indústria de transformação.

65 Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática; Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos e Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações

Tabela 4.5 – Gastos em atividades internas de P&D em relação aos gastos em atividades inovativas, por setor, (em %)

	2000	2003	2005
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	62,36	44,82	53,85
Fabricação de outros equipamentos de transporte	46,14	47,45	52,92
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	35,12	39,81	42,77
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	41,74	33,83	38,54
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	30,56	21,41	37,51
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	12,49	39,85	28,29
Fabricação de produtos químicos	16,25	21,00	21,87
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	33,12	26,61	21,06
Fabricação de produtos do fumo	55,84	39,42	17,13
Fabricação de móveis e indústrias diversas	8,95	10,35	15,91
Fabricação de máquinas e equipamentos	27,74	21,87	13,32
Fabricação de artigos de borracha e plástico	9,20	14,14	13,04
Confeção de artigos do vestuário e acessórios	10,14	11,92	13,02
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	16,30	7,76	11,98
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	6,09	7,97	10,96
Metalurgia básica	6,41	14,41	8,94
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	9,04	10,09	7,83
Fabricação de produtos têxteis	7,42	5,98	7,44
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	10,20	5,58	7,41
Fabricação de produtos de madeira	3,62	4,91	7,08
Fabricação de produtos de metal	10,04	9,48	7,08
Edição, impressão e reprodução de gravações	2,00	2,47	2,84
Reciclagem	X	X	X
Indústrias de transformação	16,76	22,01	20,86

Fonte: Pintec 2000, Pintec 2003, Pintec 2005; IBGE

4.3. Intensificação da Engenharia no P&D

A distribuição dos profissionais envolvidos nas atividades de tecnologia também segue uma classificação semelhante de intensidade tecnológica realizada no indicador de dispêndios em P&D nas empresas. Através da comparação entre os dados sobre os pesquisadores em tempo integral dedicados à P&D na indústria, Quadros e Furtado (2005) mostraram a concentração dos

recursos humanos da indústria manufatureira norte-americana está estruturada nos setores de alta e média-alta intensidade tecnológica⁶⁶.

Quanto à alocação dos pesquisadores para P&D no Brasil, a tabela 4.6 corrobora para a afirmação dos autores de que os setores com maior peso nas atividades tecnológicas brasileiras estão no grupo de média-alta tecnologia. Os dados referentes ao número de profissionais em atividades internas de P&D mostram que ao longo das três edições da PINTEC, a indústria de intensidade tecnológica média-alta é responsável por mais de 42% da mão-de-obra empregada. Se forem somados os setores de média-baixa intensidade tecnológica, a concentração de profissionais em atividades de P&D dessas categorias representaria entre 60% e 65% do total da indústria de transformação.

66 A soma das duas categorias representa mais de 83% dos pesquisadores em atividades de P&D da indústria dos Estados Unidos em 2002, segundo a *National Science Foundation* (Quadros e Furtado, 2005).

Tabela 4.6 – Número de profissionais em atividades internas de P&D por setor

	2000	2003	2005
Fabricação de produtos químicos	3 866	3 615	5 213
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	2 796	3 636	4 679
Fabricação de máquinas e equipamentos	3 912	3 619	3 659
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	2 721	1 984	2 453
Fabricação de outros equipamentos de transporte	1 465	2 759	2 434
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	1 890	1 634	2 097
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1 881	1 901	2 015
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	1 446	987	1 756
Fabricação de produtos de metal	1 148	1 068	1 284
Fabricação de artigos de borracha e plástico	893	805	1 166
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	759	911	1 077
Metalurgia básica	1 049	1 316	1 067
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	947	788	1 034
Fabricação de móveis e indústrias diversas	830	536	824
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	1 604	1 088	634
Fabricação de produtos têxteis	551	517	429
Edição, impressão e reprodução de gravações	510	167	407
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	508	539	395
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	408	203	276
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	544	153	222
Fabricação de produtos do fumo	134	198	163
Fabricação de produtos de madeira	276	102	124
Reciclagem	0	0	0
Total dos Ocupados em P&D	30 137	28 525	33 408

Fonte: Pintec 2000, Pintec 2003, Pintec 2005; IBGE. Elaboração própria.

Em relação à trajetória do total da indústria, apesar de crescente, a expansão dos profissionais ligados a inovação dentro das empresas no período investigado pela PINTEC não acompanhou o ritmo do crescimento do emprego na indústria de transformação nem do emprego total da economia brasileira. Esse crescimento abaixo da média da economia é um indicativo de que as atividades internas de P&D seguem numa trajetória de redução de sua participação na composição da mão-de-obra, além de apontar o enfraquecimento das atividades tecnológicas, isso num momento de retomada do crescimento econômico.

Tabela 4.7 – Número de profissionais em atividades internas de P&D e crescimento entre 2000 e 2005, por setor

	2000	2005	Crescimento
Emprego total	26.228.629	33.238.617	26,7 %
Emprego Indústria de transformação	4.821.093	6.008.341	24,6%
Profissionais em P&D	30.137	33.408	10,9%

Fonte: Pintec 2000, Pintec 2003, Pintec 2005; IBGE. Elaboração própria.

Ao olhar para a composição da mão-de-obra em atividades de P&D em termos de qualificação na tabela 4.8, o papel do conhecimento da engenharia para a execução de atividades tecnológicas na indústria de transformação brasileira é destacado. Os profissionais de engenharia são responsáveis por mais de 68% dos trabalhadores envolvidos nas atividades de P&D das empresas no Brasil, com maior relevância para os setores da metalmeccânica. Em alguns setores, essa proporção chegou a ultrapassar os 90% - Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos.

De maneira semelhante ao pequeno acréscimo da mão-de-obra em atividades de P&D, a participação dos engenheiros teve um pequeno crescimento dentro do quadro de profissionais de P&D da indústria – pouco mais de 7% entre 2000 e 2005. Esse desempenho indica também que, apesar de ser o profissional mais importante para as atividades tecnológicas, os engenheiros tiveram seu espaço diminuído ao longo desses cinco anos.

Uma ressalva que pode ser feita está ligada a importância desses profissionais durante o período de dificuldade econômica. A trajetória da composição dos engenheiros nas atividades internas de P&D mostra que a restrição dos anos de 2001 a 2003 teve como reflexo o aumento da participação desses profissionais no total de envolvidos nas atividades, espaço perdido no período de retomada do crescimento econômico, entre 2004 e 2005, quando os engenheiros passam a compor 68,4% da mão-de-obra em P&D.

Tabela 4.8 – Número de engenheiros em atividades internas de P&D e participação no total de profissionais em P&D, por setor

	2000		2003		2005	
	Eng	%	Eng	%	Eng	%
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	2 495	89,2	3 318	91,3	4 215	90,1
Fabricação de máquinas e equipamentos	3 472	88,7	3 232	89,3	3 169	86,6
Fabricação de outros equipamentos de transporte	1 443	98,5	2 341	84,8	2 177	89,4
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1 638	87,1	1 807	95,1	1 821	90,4
Fabricação de produtos químicos	1 345	34,8	1 235	34,2	1 548	29,7
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	1 560	82,5	1 479	90,5	1 538	73,3
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	1 208	83,5	858	86,9	1 479	84,2
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	1 353	49,7	915	46,1	1 198	48,8
Fabricação de produtos de metal	934	81,4	981	91,9	964	75,1
Metalurgia básica	880	83,9	1 106	84,1	882	82,6
Fabricação de artigos de borracha e plástico	539	60,4	431	53,6	765	65,6
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	723	76,3	507	64,4	679	65,7
Fabricação de móveis e indústrias diversas	491	59,2	302	56,4	623	75,6
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	623	82,1	767	84,2	515	47,8
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	1 228	76,5	770	70,8	454	71,5
Fabricação de produtos têxteis	296	53,6	360	69,7	193	45,1
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	329	64,9	353	65,5	163	41,4
Edição, impressão e reprodução de gravações	87	17,1	99	59,1	128	31,5
Fabricação de produtos de madeira	207	75,3	79	77,8	99	80,0
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	195	47,8	110	54,2	82	29,8
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	141	25,9	48	31,4	78	35,0
Fabricação de produtos do fumo	37	27,7	66	33,1	69	42,4
Reciclagem	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Total dos Ocupados em P&D	18 730	70,4	17 848	74,2	18 624	68,4

Fonte: Pintec 2000, Pintec 2003, Pintec 2005; IBGE

Uma explicação para esse resultado é o direcionamento das atividades de P&D nas empresas em períodos de incerteza para a realização de ações que envolvam menos riscos, voltados principalmente a adaptações de processos e produtos. Os processos inovativos da indústria brasileira têm como característica principal estarem voltados para esforços de adaptação de produtos e processos desenvolvidos com conhecimento e tecnologia dos países industrializados à realidade da economia brasileira. A primeira razão para isso está na forma pela

qual o país realizou seu processo de industrialização, dependente dos fluxos externos de tecnologia incorporada e desincorporada (Quadros e Furtado, 2005).

Um segundo motivo é a composição do perfil das empresas inovadoras brasileiras. Quadros *et alii* (1999) mostram que a atividade inovativa está concentrada principalmente em empresas multinacionais, que possuem facilidades em transferir tecnologia e conhecimento desenvolvidos nos laboratórios de P&D dos países sedes pelas matrizes. No Brasil, caberia às filiais o esforço de adequar os produtos ao mercado nacional. Essa categoria de inovação exige das empresas uma maior participação dos conhecimentos de engenheiros (Erber, 2001; Quadros *et alii*, 1999).

O esforço adaptativo, entretanto, apresenta oportunidades de desenvolvimento para a indústria brasileira, já que existem “demandas tecnológicas locais que não podem ser satisfeitas a partir do fluxo externo de tecnologia” (Quadros e Furtado, 2005: 70). Foi a partir desse esforço que competências nacionais foram criadas, como no complexo metal-mecânico (máquinas e equipamentos, material elétrico, automobilística, metalúrgica básica e produtos de metal). A intensidade de engenheiros nas atividades de P&D interno nesses setores é significativa, como visto na tabela 4.7. Mas no período seguinte, em que a conjuntura econômica se apresentava mais favorável para novos investimentos, outras qualificações profissionais cresceram num ritmo maior.

Os setores que se destacaram em estabelecimentos de novos vínculos de engenharia no emprego total novamente apresentam comportamentos distintos quando considerada a participação desses profissionais na composição da mão-de-obra de P&D. Primeiramente, o setor de Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool, que teve o maior crescimento na contratação de engenheiros, apresentou uma proporção de engenheiros abaixo da média da indústria em termos de intensidade de engenharia em P&D, em 2005, resultado da redução da participação desses profissionais no total dos envolvidos em atividades tecnológicas. Ou seja, claramente a contratação de engenheiros não esteve ligada a maior realização de atividades de P&D.

O setor de Fabricação de máquinas e equipamentos, importante contratador de engenheiros em volume e em ritmo de contratação, também não demonstrou a mesma trajetória de expansão da participação da engenharia quando analisados o indicador relacionado à atividade

tecnológica. Entre 2000 e 2005, o setor apresentou pequenas oscilações, com resultado final de um número de engenheiros em P&D um pouco menor do que no início da análise.

Apesar de não haver um comportamento comum entre três setores a respeito da intensidade de engenheiros em P&D ao longo do tempo - Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios; Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias; e Fabricação de outros equipamentos de transporte - com oscilações nas participações ao longo do período estudado, é possível perceber que a composição das atividades inovativas nesses setores está estabelecida de forma semelhante ao aumento do emprego de engenheiros em atividades internas de P&D nas empresas. Isto é, a contratação de profissionais de engenharia para as empresas aumentou também o número de engenheiros em atividades tecnológicas. Como esses são setores em que a engenharia possui grande participação nas atividades tecnológicas, o maior número de profissionais refletiu pouco na intensidade dos engenheiros no P&D. Porém o crescimento das atividades tecnológicas nestes setores, mostrados pelos indicadores de intensidade tecnológica, evidencia a possibilidade de que o maior volume de engenheiros tenha participado de uma intensificação das atividades tecnológicas desses setores.

4.4. Principais conclusões do capítulo

As informações obtidas pela análise da PINTEC a respeito das atividades tecnológicas da indústria de transformação brasileira nos últimos anos revelam algumas das características do seu empenho tecnológico e, principalmente, da relação entre o desenvolvimento tecnológico e a engenharia brasileira. Entretanto, essas informações permitem também perceber que não está havendo mudanças significativas na realização de atividades inovativas por parte da indústria.

A análise da distribuição setorial dos valores investidos em desenvolvimento tecnológico, entre os anos de 2000 e 2005, reafirma a característica da indústria brasileira de se concentrar em atividades de média intensidade tecnológica. Os valores encontrados a partir do último ano da PINTEC apontam para a continuidade do padrão identificado pela literatura, no qual a indústria de transformação brasileira destaca-se em segmentos de média-alta e média-baixa intensidade tecnológica (Quadros e Furtado, 2005; Quadros *et al*, 1999). Esses são os setores que se desenvolveram ao longo do processo de formação da indústria brasileira, entre 1950 e 1970, e que hoje utilizam as competências técnicas adquiridas ao despender esforços para adaptar as

tecnologias importadas à realidade brasileira. O empenho para ajustar os processos produtivos e produtos vindos de países com indústrias maduras às características ao mercado nacional de uma economia em desenvolvimento rendeu a esses setores grande domínio da técnica para a produção. É a partir dessa base de conhecimento que esses setores passaram de adaptadores de tecnologia para o desenvolvimento de atividades tecnológicas.

Outra medida de intensidade tecnológica se refere à quantidade de trabalhadores que realizam atividades inovativas nas empresas. Esses setores somados concentram a maior parte dos profissionais envolvidos com a realização de P&D no Brasil. Um elemento em comum aos principais setores inovadores brasileiros é o peso dos engenheiros na participação dos profissionais que executam as atividades inovativas. Além de serem os principais segmentos em volume de pessoas envolvidos no P&D, a forte presença de engenheiros entre os profissionais que realizam atividades tecnológicas reafirma a importância da engenharia no processo inovativo brasileiro. Essa importância também é evidente quando se observa a participação dos engenheiros em atividades tecnológicas no total da indústria de transformação. Apesar de ter declinado entre os anos de 2000 e 2005, os engenheiros representam mais da metade dos profissionais em atividades tecnológicas da indústria brasileira.

A respeito de uma evolução no esforço tecnológico para a indústria entre os anos de 2000 e 2005, o indicador referente à intensidade tecnológica realizada pelas empresas – a proporção entre os gastos em atividade inovativas e o faturamento líquido das empresas – permaneceu estagnado durante o curto período, um comportamento semelhante ao de muitos setores que compõe a indústria de transformação. Ou seja, de maneira geral, a indústria de transformação não apresentou intensificação de suas atividades tecnológicas nos anos estudados.

Tendo em vista o objetivo deste trabalho de relacionar as mudanças no emprego de engenheiros e as atividades tecnológicas, cabe destacar que alguns setores em que houve aumento na contratação desses profissionais também se destinou mais recursos para atividades de P&D. Este foi o caso de três segmentos: Equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios; Veículos automotores, reboques e carrocerias; e Outros equipamentos de transporte. O desempenho desses três setores se mostra relevante tanto na proporção dos recursos investidos em atividades internas de P&D e os respectivos faturamentos – acima da média industrial, quanto

no crescimento da intensidade tecnológica ao longo do tempo, o que evidencia uma relação entre a expansão dos engenheiros e a intensificação do P&D.

Essa evidência é reforçada quando se analisa a composição da qualificação dos profissionais envolvidos na realização de P&D. Os engenheiros são os principais realizadores de atividades tecnológicas desses segmentos, além do expressivo volume de engenheiros nestes setores. Para esses três setores, o aumento na demanda por profissionais de engenharia refletiu no aumento das atividades tecnológicas.

Entretanto, é preciso fazer a ressalva de que outros dois setores importantes em termos de vínculos de engenheiros – Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool; e Fabricação de máquinas e equipamentos – não aumentaram suas atividades de P&D. Isso indica que o aumento de vínculos laborais de engenharia não está necessariamente ligado à intensificação das atividades tecnológicas. Apesar da expressiva demanda por engenheiros, esses setores apresentaram leve redução na participação desses profissionais na realização de P&D.

CONCLUSÃO

Ao encerrar esse trabalho julgamos ser necessário relembrar o objetivo que nos guiou e que buscamos aqui responder. Tínhamos por perspectiva investigar se a participação no emprego dos profissionais de engenharia havia crescido em razão do ambiente econômico, advindo da implementação do Plano Real, e da reestruturação produtiva, realizada pela indústria de transformação brasileira, de forma tal que a retomada do crescimento econômico, iniciada em meados de 2003, poderia enfrentar problemas devido à superação da oferta pela demanda por esses profissionais. A primeira expectativa era de que a introdução de novas tecnologias e inovações organizacionais na reestruturação da indústria havia estabelecido uma nova estrutura dos vínculos de emprego de engenheiros.

Dessa forma, as evidências apresentadas pelos indicadores obtidos a partir da RAIS e elaborados para mensurar a participação dos engenheiros no mercado de trabalho formal brasileiro demonstraram que a trajetória para esses profissionais ao longo do período analisado refutam a hipótese de que a economia brasileira passou a ter uma estrutura com maior participação de engenheiros. As análises em três diferentes níveis da economia – no agregado da economia, na média da indústria de transformação e em nível setorial – confirmaram que as alterações no ambiente econômico e industrial não resultaram em mudanças no sentido de uma estrutura laboral com maior proporção de engenheiros no Brasil. De maneira geral, as modificações do cenário econômico brasileiro acabaram provocando uma redução da proporção de engenheiros com registro em carteira entre os anos de 1994 e 2006. Apesar de ter retomado as contratações desses profissionais a partir de 1999 e de apresentar um maior volume final de engenheiros em 2006, a trajetória de adaptação das empresas às novas características da economia brasileira optou por estabelecer uma menor parcela de seu quadro de funcionários a esses profissionais.

Quanto ao desempenho apresentado especificamente pela indústria de transformação, a maior pressão competitiva, a busca por eficiência nos processos e a breve retomada nos investimentos em meados da década de 1990 também não refletiram em alterações na participação dos engenheiros na realização das atividades produtivas. A análise dos dados mostrou que mesmo com crescimento das contratações na média da indústria, não houve uma intensificação ou maior importância das áreas de engenharia no total do emprego formal da

indústria. De fato, o maior volume de engenheiros seguiu somente o ritmo de crescimento da retomada dos empregos formais por parte da indústria da transformação a partir de 1999.

Em uma terceira análise, a desagregação desses dados apresentados pela indústria de transformação permite observar de maneira mais específica os componentes setoriais que determinam o resultado acima. A avaliação dos setores possibilita enxergar como as mudanças na economia brasileira refletem de maneira diferente em cada dinâmica setorial. Em termos de contratação e maior participação de engenheiros, somente cinco setores apresentam alterações positivas significativas em sua estrutura de emprego: Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool; Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias; Fabricação de outros equipamentos de transporte; Fabricação de máquinas e equipamentos; Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios. Tanto em termos de volume total empregado quanto em relação ao crescimento do peso dos engenheiros no quadro de funcionários, estes setores tiveram índices crescentes e robustos que evidenciaram a atribuição de uma maior importância da participação da engenharia ao longo do processo de reestruturação. Estes são segmentos em que as competências técnicas atribuídas aos profissionais de engenharia já compunham a base dos seus trabalhadores distinta do que a média apresentado pelos outros setores da economia. Contudo, o desempenho crescente destes cinco segmentos é suficiente apenas para compensar a redução da participação da engenharia em outros setores.

Como tratamos aqui dos profissionais de engenharia de forma homogênea, o desempenho apresentados por esses segmentos da indústria abre a possibilidade para novos trabalhos, com a perspectiva de tentar compreender mais especificamente quais são as competências buscadas, já que cada um desses setores possui características técnicas específicas e que, provavelmente, demanda profissionais com diferentes qualificações. Devido ao tratamento escolhido para este trabalho, não foi possível realizar essa análise.

Em relação à segunda expectativa do trabalho, na qual as mudanças na estrutura do emprego dos profissionais de engenharia poderiam estar envolvidas com uma maior participação em atividades tecnológicas, os dados do desempenho tecnológico do Brasil invalidam esta hipótese. Análise das informações para a indústria de transformação, disponíveis na PINTEC, e a elaboração de indicadores de participação de engenheiros mostrou evidências semelhantes à

encontrada no estabelecimento de vínculos formais de emprego, ou seja, as reformas realizadas pela indústria não envolveu maior participação percentual dos engenheiros em atividades tecnológicas. Na verdade, no nível agregado, não existem evidências de que a indústria de transformação brasileira esteja empreendendo mais esforços para aumentar sua intensidade tecnológica, principalmente o maior comprometimento com atividades internas às empresas de P&D, já que a proporção dos valores investidos ao longo dos cinco anos estudados se manteve estagnada.

Ainda que estagnada em termos de esforços despendidos em desenvolvimento tecnológico, a possibilidade de um maior envolvimento dos profissionais de engenharia em atividades tecnológicas também não se confirma. Mesmo tendo por base os engenheiros como principais profissionais para a realização das atividades tecnológicas brasileiras, o pequeno crescimento no volume de engenheiros em atividades inovativas foi ainda menor do que a sutil elevação do total de envolvidos com as atividades tecnológicas. Com isso, ainda que de maneira tímida, a engenharia perdeu espaço na realização de P&D nas empresas brasileiras.

Quando a análise se deu em nível setorial, porém, alguns segmentos confirmaram a hipótese de maior relação entre engenharia e atividades tecnológicas. Os indicadores de maior empenho tecnológico interno por parte das empresas que compõem os setores de Equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios; Veículos automotores, reboques e carrocerias; e Outros equipamentos de transporte foram acompanhados pelo crescimento do já elevado número de engenheiros envolvidos com as atividades inovativas – principalmente para os dois últimos setores. Esses foram também segmentos que demandaram mais profissionais com a qualificação de engenharia a partir de 1994, o que evidencia a possibilidade das contratações estarem ligadas ao esforço tecnológico. Porém, como os outros dois setores que também demandaram mais engenheiros não apresentaram o mesmo desempenho em termos tecnológicos, a relação entre crescimento da participação de engenheiros nos vínculos laborais e o maior esforço tecnológico depende da dinâmica tecnológica de cada segmento.

Ainda que destacáveis, o desempenho positivo de alguns setores da indústria da transformação não foram suficientes para alterar o fato de que não houve mudanças significativas na estrutura do emprego de profissionais de engenharia após a reestruturação produtiva. A velocidade de contratação suficiente para manter a mesma intensidade de engenheiros na

indústria e o estabelecimento de um nível mais baixo da participação dos profissionais na economia brasileira acaba afastando o temor de um cenário de dificuldades no processo de desenvolvimento, já que a demanda por engenheiros não apresentou aceleração significativa. Essa posição é reforçada pelos dados referentes à oferta de profissionais de engenharia para o mercado de trabalho. Entre os anos de 1995 e 2006 a oferta se manteve crescente, quase triplicando o contingente de engenheiros que saem anualmente das universidades. Os dados fornecidos pelo Censo do Ensino Superior, realizado pelo Ministério da Educação, mostram que o Brasil passou de pouco mais de 16,5 mil graduados em todas as áreas de engenharia no ano de 1995 para aproximadamente 41,5 mil engenheiros formados somente em 2006. A somatória do período foi de 302,4 mil novos profissionais de engenharia disponíveis no mercado de trabalho brasileiro. Como em 2006 o número total de engenheiros segundo os vínculos formais de emprego era de pouco mais de 168 mil, a perspectiva de que a demanda por engenheiros esteja ameaçada por uma restrição no fornecimento de profissionais não se sustenta frente às evidências aqui expostas.

A diferença entre os engenheiros contratados pela economia e o volume de formandos no período analisado chama a atenção para algumas considerações que devem ser feitas a respeito dos dados coletados e das conclusões que essas informações forneceram. A opção de utilizar a RAIS como base de dados permitiu que a análise deste trabalho identificasse a totalidade dos profissionais que estabeleceram vínculos formais de emprego em ocupações de engenharia durante esse período, ou seja, foram mapeados os profissionais que estão inseridos no mercado como trabalhadores com registro em carteira. Por ser um registro administrativo com informações de trabalhadores formais da economia, a identificação do número de engenheiros através dos dados da RAIS acaba sendo inferior ao número total de engenheiros que de fato atua no país. A restrição na identificação do número de engenheiros é observada também pela distância entre o número de profissionais registrados como engenheiros ao CREA (Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia) (aproximadamente 550 mil) e os registros da área de engenharia apresentados pela RAIS.

A distância entre o estoque de engenheiros da economia brasileira e os profissionais identificados neste trabalho pode ser atribuída a algumas restrições da base de dados para tratar a questão da identificação de profissionais a partir de sua qualificação. Este é o caso para a análise dos profissionais com a qualificação de engenharia, porém que possuem um vínculo na economia

distinto do que de engenheiro. Por não possuir o vínculo laboral na área de engenharia, não é possível que eles sejam identificados como trabalhadores de engenharia atuantes no mercado de trabalho. Uma sugestão seria que questões mais específicas a respeito da qualificação dos trabalhadores passassem a ser requeridas nos formulários da RAIS para preenchimento junto aos estabelecimentos. Da mesma forma, outra restrição está na impossibilidade em identificar os profissionais com qualificação e que atuam como engenheiro no Brasil, mas que não possuem registro formal de trabalho. Esses engenheiros podem exercer a profissão em diferentes modalidades de trabalho, como atuar em uma empresa sem ter registro na carteira de trabalho, serem profissionais autônomos ou estabelecerem sua própria empresa e passarem a atuar como Pessoa Jurídica; porém não seriam incorporados ao dados da RAIS por não ter registro como funcionário em carteira de trabalho.

Ainda que as restrições da base de dados na identificação dos profissionais de engenharia acabam definindo as fronteiras da análise aqui realizada, a investigação aqui feita a partir das informações coletada do banco de dados da RAIS desenha a tendência do mercado de trabalho de forma geral. A trajetória do mercado de trabalho formal é um importante sinalizador do comportamento e das tendências da economia e do estabelecimento de novos postos de trabalho de modo geral. Isto pode ser visto na análise dos movimentos positivos da atividade econômica, como a desvalorização cambial, em 1999, e a retomada do crescimento, em 2003. Estes dois momentos apresentaram reflexos no mercado de trabalho com a volta da contratação de trabalhadores para o mercado formal de trabalho. No caso dos profissionais de engenharia, esses dois episódios na economia brasileira determinaram, respectivamente, a interrupção da queda e a retomada do crescimento dos vínculos laborais dos engenheiros. Com isso, a análise a partir dos vínculos laborais formais de engenharia se mostra como um indicador do que está acontecendo no mercado de trabalho de modo geral.

Assim, através do estudo realizado a partir da RAIS, foi possível identificar que a engenharia não está aumentando o seu espaço na estrutura do emprego da economia brasileira. Esta afirmação pode representar um problema para o processo de desenvolvimento tecnológico da economia brasileira. A trajetória descendente apresentada pela economia e a estagnação da indústria de transformação sinalizam a manutenção da distância do país em relação ao padrão norte-americano de intensidade em engenharia. A utilização das competências da engenharia no processo de desenvolvimento tecnológico dos Estados Unidos é um dos principais fatores da sua

liderança tecnológica mundial. Ao apontar para a redução do esforço em atividades tecnológicas e a manutenção de uma baixa participação das áreas de engenharia, a economia brasileira evidencia que seu processo de desenvolvimento persiste em não tratar a questão tecnológica com a devida atenção. A persistência desses dois fatores pode resultar em mais uma interrupção do processo de desenvolvimento econômico e social sustentado e de longo prazo, como já sentido pela economia em momentos anteriores.

Por fim, a identificação de que a maior parcela dos profissionais de engenharia não se encontra atuando na área de formação ou não está no mercado de trabalho por meio de emprego formal, no qual o estabelecimento de vínculo laboral formal fornece ao trabalhador uma série de garantias e benefícios sociais, levanta a questão de onde estariam os engenheiros formados pelo sistema de ensino brasileiro. Em que área estes profissionais estão trabalhando? Qual o tipo de inserção no mercado de trabalho, que não o vínculo laboral formal, os engenheiros estariam estabelecendo? A relevância das diferentes modalidades de emprego e de campos de trabalho para os profissionais de engenharia precisa ser investigada mais a fundo, em trabalhos futuros.

BIBLIOGRAFIA

Agopyan, Vahan; Oliveira, João Fernando G (2005) “Mestrado profissional em Engenharia: uma oportunidade para incrementar a inovação colaborativa entre universidades e os setores de produção no Brasil”. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, v. 2, n 4, p.79-89, jul.

Belluzzo, Luiz G.; Almeida, Júlio, G. (2002) *Depois da queda: a economia brasileira da crise da dívida aos impasses do Real*. Editora Civilização Brasileira. Rio de Janeiro.

Bezerra, Christiane L. (2005) “Considerações sobre a evolução da indústria brasileira no ambiente de abertura comercial da década de 90”. *Teoria e Evidência Econômica*, Passo Fundo, v 13, n 24, p 39-63, maio.

Bielschowsky, Ricardo (1999) *Investimentos na indústria brasileira depois da abertura e do real: o mini-ciclo de modernizações, 1995-1997*. Santiago do Chile: Cepal. (Série reformas econômicas, 44).

Burrus, C. Sidney (2006) “What is Engineering?”, Connexions Web site. <http://cnx.org/content/m13680/1.2/>, Jul.

Cardoso Jr, José C. (2007) “De volta para o futuro? As fontes de recuperação do emprego formal no Brasil e as condições para sua sustentabilidade temporal”. Textos para discussão n° 1310. Ipea. Brasília, nov.

Carneiro, Ricardo. *Desenvolvimento em crise: a economia brasileira no último quarto do século XX*. São Paulo: Editora UNESP, IE-Unicamp, 2002.

Castro, Antonio B. (1999) “Indústria: o crescimento fácil e a inflexão possível” In: XI Fórum Nacional, Rio de Janeiro.

_____ (2001) “A reestruturação Industrial Brasileira nos Anos 90. Uma interpretação”. *Revista de Economia Política*, v 21, n 3, p. 3- 26, jul-set.

Censo da Educação Superior. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação, 2001 a 2006.

CNI (2007) “Falta de mão-de-obra qualificada dificulta aumento da competitividade da indústria”. *Sondagem Especial da Confederação Nacional da Indústria*. Confederação Nacional da Indústria, ano 5, n 3, set.

Confea (2007) *Formulação estratégica do sistema Confea 2008/2010*, Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, nov.

Confederação Nacional da Indústria (2006) “Inova Engenharia – Propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil”. Brasília.

Consoni, Flávia L (1998) *Dez anos de estrutura do emprego na indústria automobilística brasileira: rupturas e continuidades (1986/1995)*. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, Unicamp, Campinas.

Coutinho, Luciano e Ferraz, João C. (1993) *Estudo da competitividade da indústria brasileira*. Relatório Final. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT, Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – PADCT.

Dedecca, Claudio S; Rosandiski, Eliane N. (2006) “Recuperação econômica e a geração de empregos formais”. *Parcerias Estratégicas*, n 22, jun.

Deitos, Maria L. M. S. (2006) *As políticas públicas de qualificação de trabalhadores e suas relações com a inovação tecnológica na indústria brasileira*. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Unicamp, Campinas.

DIEESE “Dez anos do Real”. *Estudos e Pesquisas*. Ano I – Nº 1 - Junho de 2004

Erber, Fabio S. (2001) O padrão de desenvolvimento industrial e tecnológico e o futuro da indústria brasileira. *Revista de Economia Contemporânea*, UFRJ, v 5 (Edição Especial).

_____ (1992) “Desenvolvimento industrial e tecnológico na década de 90 – uma nova política para um novo padrão de desenvolvimento”. Brasil: Desenvolvimento Industrial, Tecnológico e Sistema de Inovações. *Ensaio FEE*, vol. 13, n. 1.

Erber, Fabio Stefano (coord.) et al. (1974) *Absorção e criação de tecnologia na indústria de bens de capital*. Rio de Janeiro: FINEP. Série Pesquisas no 2.

Erber, Fabio; Amaral, Leda (1993) “Os centros de Pesquisa das Empresas Estatais: um estudo de três casos”. In *Science and Technology policy in Brazil: A new policy for a global world* Simon Schwartzman, general coordination; São Paulo, November.

Etcheverry, Maria S. (2006) “Privatização do setor elétrico brasileiro: impactos sobre o trabalho”. In: *I Encontro Internacional Trabalho e Perspectivas de Formação dos Trabalhadores*. Labor/UFC. Fortaleza, CE.

Fonseca, Pedro Cezar Dutra. (2003) “Sobre a Intencionalidade da Política Industrializante no Brasil na década de 1930”. *Revista de Economia Política*, vol. 23, n.1, p.133-148 jan., março.

Forjaz, Maria C. Spina (2005) “As origens da Embraer”. *Tempo Social, revista de sociologia da USP*, v. 17, n 1, p. 281-298.

Franco, Gustavo (1996) “A inserção externa e o desenvolvimento”. *Revista de Economia Política*, v 18, n 3, jul-set.

Freeman, Christopher; Soete, Luc (1997) *A economia da inovação industrial*. Clássicos da Inovação. Campinas, Editora Unicamp.

Furtado, André Tosi; Carvalho, Ruy Quadros de (2005) “Padrões de Intensidade Tecnológica da Indústria Brasileira: um estudo comparativo com os países centrais”. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 19, n 1, p. 70-84.

Furtado, João (2004) “Padrões de inovação na indústria Brasileira”. Disponível em <http://www.finep.gov.br/portaldpp>. Acessado em 24 de outubro de 2004.

Giannotti, José A.; Coutinho, Luciano; Castro, Nadya A.; Barrionuevo, Artur (1997) “Reestruturação industrial e modernização tecnológica: impactos sobre o mundo do trabalho”. In *Cadernos de Pesquisa 01 – Reestruturação produtiva e novos padrões nas relações capital-trabalho*.

Gitahy, Leda M. (1994) “Inovação tecnológica, subcontratação e mercado de trabalho”. *São Paulo em Perspectiva*, n8, v 1, p. 144-153. jan-mar.

_____ (2000) “A New Paradigm of Industrial Organization. The Diffusion of Technological and Managerial Innovations in the Brazilian Industry”. *Acta Universitatis*

Upsaliensis. *Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Social Sciences* 93.

Gorender, Jacob (1997) “Globalização, tecnologia e relações de trabalho”. *Estudos Avançados*, n 11, v 29.

Grossman, G.; Helpman, E. (1991) *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MA, MIT Press.

Guimarães, Jorge Almeida; Oliveira, João Fernando; Prata, Álvaro Toubes (2007) “Engenharia e desenvolvimento no Brasil: desafios e perspectivas”. *Parcerias Estratégicas*, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, n 25, dez.

Kawamura, Lili K. (1981) *Engenheiro: trabalho e ideologia*. Editora Ática. São Paulo.

Kern, Horst; Schumann, Michael (1988) *El fin de la división del trabajo: racionalización en la producción industrial*. Madrid: MTSS, 396 p.

Kupfer, David (1998) *Trajectoria de Reestruturação na Indústria Brasileira*. Tese (Doutorado). Instituto de Economia, Universidade Federal do rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro.

Landes, David S. (1969) *Prometeu Desacorrentado: transformação tecnológica e desenvolvimento industrial na Europa ocidental desde 1750 até a nossa época*. Editora Nova Fronteira.

Larangeira, Sonia M. G. (2002) “Fordismo e pós-fordismo”. In: CATTANI, Antonio David (org). *Dicionário crítico sobre trabalho e tecnologia*. 4ª ed. Petrópolis: Vozes; Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2002. p. 123-127.

Laudares, João B.; Ribeiro, Shirlene (2000) “Trabalho e formação do engenheiro”. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*. v. 81, n. 199, p. 491-500, set/dez.

Leite, Márcia (2005) “Reestruturação produtiva e mercado de trabalho: a experiência brasileira”. *Revista Galega de Economia*, vol. 14, n 1-2, p. 1-26.

Lombardi, Maria R. (2004) *Perseverança e resistência: a engenharia como profissão feminina*. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Unicamp, Campinas.

Marquetti, Audamir A. (2003) “A Economia Brasileira no Capitalismo Neoliberal: Progresso Técnico, Distribuição de Renda e Mudança Institucional”. Trabalho apresentado no VIII Encontro Nacional de Economia Política, Florianópolis, SC.

McIever Consulting (2003) *The demand and supply of engineers and engineering Technicians*. Expert Group on Future Skills Needs. Final report.

Moreira, Mauricio M.; Correa, Paulo G. (1997) “Abertura comercial e indústria: o que se pode esperar e o que se vem obtendo”. *Revista de Economia Política*, v 17, n 2 (66), abr-jun, p 61-91.

Mowery, David C.; Rosenberg, Nathan (1998) *Trajectoria da inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX*. Coleção Clássicos da Inovação. Editora Unicamp. Campinas. 2005.

Nelson, Richard (1996) *As fontes do crescimento econômico*. Coleção Clássicos da Inovação. Editora Unicamp. Campinas. 2006.

Nelson, Richard (1993) *National Systems of Innovation: A Comparative Study* (Oxford University Press, New York).

Noble, David F. (1977) *America by design: science, technology, and the rise of corporate capitalism*. Knof Publishing Group.

OECD (1995) *Manual on the measurement of human resources devoted to S&T “Canberra Manual”*. Organisation for Economic Co-operation and Development. Paris.

OECD (1997) *Mensuração das Atividades Científicas e Tecnológicas: proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica “Manual de Oslo”*. Traduzido em 2004 sob a responsabilidade da Finep – Financiadora de Estudos e Projetos – das edições originais em inglês e francês publicadas sob os títulos: *The Measurement of Scientific and Technological Activities – Proposed Guides for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data: Oslo Manual*. Organisation for Economic Co-operation and Development. Paris.

OECD (2007). *Science, Technology and Industry Scoreboard 2007*. Organisation for Economic Co-operation and Development.

OES. *Employment and Wages from Occupational Employment Statistics survey*, Bureau of Labour Statistics, United States Department of Labor.

PINTEC (2002). *Pesquisa de inovação tecnológica 2000*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

PINTEC (2005). *Pesquisa de inovação tecnológica 2003*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

PINTEC (2007). *Pesquisa de inovação tecnológica 2005*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Quadros, Ruy; Furtado, André; Bernardes, Roberto C.; Franco, E. (1999) “Padrões de inovação tecnológica na indústria paulista: comparação com os países industrializados”. *São Paulo em Perspectiva*, v 13 (1-2), p 53-66.

Queiroz, Sérgio; Consoni, Flávia L.; Galina, Simone; Gomes, Rogério; Carvalho, Enéas G.; Strachman, Eduardo (2008) *Estratégia para CT&I em São Paulo: Universidade, Institutos de Pesquisa e Empresa*. Relatório de pesquisa.

RAIS. *Relação Anual de Informações Sociais*. Ministério do Trabalho, 1994 a 2006.

Rosenberg, Nathan; Nelson, Richard R. (1994) “As universidades Norte-americanas e o avanço técnico no setor produtivo”. In *As fontes do crescimento econômico*. Coleção Clássicos da Inovação. Editora Unicamp. Campinas. 2006. Originalmente publicado como: American Universities and technical advance in industry. *Research Policy*, n. 23. p. 323-48.

Romer, Paul M. (1990) “Endogenous Technological Change”. *The Journal of Political Economy*. v. 98, n. 5, p. 71-102.

Serra, José (1982) “Ciclos e mudanças estruturais na economia brasileira de após-guerra: a crise recente”. *Revista de Economia Política*, v 2/3, jul-set, p 111-115.

Silveira, Marcos A. (2005) *A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional*. Rio de Janeiro PUC-Rio, Sistema Maxwell, 2005.

Singer, Paul. (1971) “Tecnologia e divisão do trabalho”. In: HAMBURGER, Ernst W. (coord.) *Ciência, tecnologia e desenvolvimento*. São Paulo: Ed.Brasiliense. p. 37-88

Stokes, Donald E. (1997) *O quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica*. Coleção Clássicos da Inovação. Editora Unicamp. Campinas. 2005

Suzigan, Wilson (1986) *Indústria brasileira: origem e desenvolvimento*. São Paulo, Editora Brasiliense.

_____ (1988) “Estado e industrialização”. *Revista de Economia Política*, v 8, n 4, out-dez, p 5-16.

_____ (1991) “A Indústria brasileira após uma década de estagnação: questões para política industrial”. Trabalho apresentado no Seminário “Jornadas de Economia” organizado pelo Banco Central do Uruguai, Montevidéo.

_____ (1996) “Experiência histórica de política industrial no Brasil”. *Revista de Economia Política*, v. 16, n. 1 (61), p. 5-20, jan-mar.

Suzigan, Wilson; Furtado, João (2006) “Política Industrial e Desenvolvimento”. *Revista de Economia Política*, v. 26, n. 2 (102), p. 163-185, abr-jun.

Tavares, Maria da C. (1985) “A retomada da hegemonia norte-americana”. *Revista de Economia Política*, v 5, n 2, abr-jun, p. 5-15.

Vargas, Milton (1994) “Os cem anos da Politécnica de São Paulo”. In: Vargas, Milton (coord.) *Contribuições para a História da Engenharia no Brasil*. EPUSP, São Paulo.

Versiani, Flávio R.; Suzigan, Wilson (1990) “O processo brasileiro de industrialização: uma visão geral”. *X Congresso Internacional de História Econômica*, Louvain, ago.

Anexo 1

Tabela A.1 – Receita Líquida de vendas, por setor (em R\$ mil)

	2000	2003	2005
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	103 865 313	187 337 022	228 000 760
Fabricação de produtos do fumo	3 688 599	7 004 957	8 863 498
Fabricação de produtos têxteis	16 719 711	23 362 137	25 804 162
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	10 440 852	11 632 382	15 314 501
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	11 757 791	17 930 274	19 812 736
Fabricação de produtos de madeira	6 338 330	12 025 565	15 320 691
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	20 931 160	33 592 031	37 406 106
Edição, impressão e reprodução de gravações	15 668 750	18 896 780	22 958 659
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	50 708 104	92 541 542	122 964 724
Fabricação de produtos químicos	80 479 369	131 207 839	158 554 872
Fabricação de artigos de borracha e plástico	21 918 239	36 925 162	45 876 887
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	17 323 551	29 943 830	31 153 550
Metalurgia básica	35 912 659	69 106 022	97 690 086
Fabricação de produtos de metal	17 220 465	27 054 865	40 865 618
Fabricação de máquinas e equipamentos	29 800 253	51 077 233	67 200 544
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	8 391 860	9 276 810	10 348 184
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	14 772 978	22 564 609	30 501 578
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	24 155 591	24 510 404	37 516 675
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	3 974 088	5 835 957	7 521 953
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	52 908 755	84 564 847	135 285 842
Fabricação de outros equipamentos de transporte	9 571 099	16 659 500	24 053 083
Fabricação de móveis e indústrias diversas	12 896 142	16 366 916	18 594 356
Reciclagem	165 990	421 015	1 089 917
Indústrias de transformação	569.609.649	929.837.696	1.202.698.981

Fonte: Pintec 2000, Pintec 2003, Pintec 2005; IBGE. Elaboração própria

Tabela A.2 – Gastos totais em atividades tecnológicas, por setor (em R\$ mil)

	2000	2003	2005
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	2.232.269,26	3.395.358,11	3.959.380,92
Fabricação de produtos do fumo	42.035,66	73.176,98	121.346,49
Fabricação de produtos têxteis	609.345,71	776.847,56	746.827,22
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	217.687,41	273.158,05	264.426,46
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	208.494,54	368.519,70	555.855,44
Fabricação de produtos de madeira	330.306,44	277.024,59	279.538,76
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	813.719,20	730.437,22	1.090.085,63
Edição, impressão e reprodução de gravações	516.870,23	329.370,28	660.768,47
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	715.260,10	1.257.587,84	1.764.080,34
Fabricação de produtos químicos	3.242.866,17	2.848.328,80	3.952.815,91
Fabricação de artigos de borracha e plástico	991.867,51	815.858,62	1.492.075,21
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	844.735,51	821.632,66	1.025.344,33
Metalurgia básica	2.257.948,60	1.165.972,96	1.983.631,68
Fabricação de produtos de metal	603.157,52	670.908,12	1.231.921,15
Fabricação de máquinas e equipamentos	1.232.789,65	1.663.585,96	2.785.497,14
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	261.268,15	512.113,11	397.960,84
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	852.938,19	688.577,72	1.052.513,75
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	1.168.802,95	1.050.385,41	1.953.105,47
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	200.123,63	179.027,77	398.234,62
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	3.779.638,23	3.309.055,22	5.982.852,23
Fabricação de outros equipamentos de transporte	564.059,92	1.434.524,47	1.462.843,21
Fabricação de móveis e indústrias diversas	461.662,07	390.391,77	546.269,45
Reciclagem	7.411,03	2.759,25	17.319,01
Indústrias de transformação	22.155.257,69	23.034.602,20	33.724.693,73

Fonte: Pintec 2000, Pintec 2003, Pintec 2005; IBGE. Elaboração própria

Tabela A.3 – Gastos em atividades internas de P&D, por setor (em R\$ mil)

	2000	2003	2005
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	227 680	189 415	293 551
Fabricação de produtos do fumo	23 474	28 847	20 792
Fabricação de produtos têxteis	45 223	46 450	55 601
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	22 063	32 548	34 436
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	33 976	28 599	66 597
Fabricação de produtos de madeira	11 974	13 593	19 785
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	73 591	73 705	85 365
Edição, impressão e reprodução de gravações	10 362	8 126	18 769
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	446 064	563 593	949 922
Fabricação de produtos químicos	527 072	598 088	864 375
Fabricação de artigos de borracha e plástico	91 227	115 330	194 573
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	51 411	65 458	112 414
Metalurgia básica	144 842	167 969	177 406
Fabricação de produtos de metal	60 585	63 575	87 184
Fabricação de máquinas e equipamentos	341 960	363 858	371 052
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	109 060	173 265	153 381
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	260 631	147 445	394 838
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	387 155	279 485	411 352
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	70 292	71 269	170 331
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	472 237	1 318 610	1 692 553
Fabricação de outros equipamentos de transporte	260 270	680 686	774 171
Fabricação de móveis e indústrias diversas	41 329	40 406	86 903
Reciclagem	-	-	-
Indústrias de transformação	3 712 478	5 070 319	7 035 353

Fonte: Pintec 2000, Pintec 2003, Pintec 2005; IBGE. Elaboração própria.