

Marcela de Oliveira Mazzoni

Universidade Estadual de Campinas
(UNICAMP, Brasil)
marcelamazzone@gmail.com

Sérgio Robles Reis de Queiroz

Universidade Estadual de Campinas
(UNICAMP, Brasil)
squeiroz@ige.unicamp.br

Flávia Luciane Consoni

Universidade Estadual de Campinas
(UNICAMP, Brasil)
flavia@ige.unicamp.br

Renato Pedrosa

Universidade Estadual de Campinas
(UNICAMP, Brasil)
renato.pedrosa@reitoria.unicamp.br

**A PARTICIPAÇÃO DA ENGENHARIA NAS
ATIVIDADES DE PESQUISA E
DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA DE
TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA:
UMA ANÁLISE A PARTIR DA PESQUISA DE
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**

**PARTICIPATION OF ENGINEERING IN THE
RESEARCH AND DEVELOPMENT ACTIVITIES OF
THE BRAZILIAN PROCESSING INDUSTRY:
AN ANALYSIS THROUGH THE TECHNOLOGICAL
INNOVATION RESEARCH**

RESUMO

A análise da estrutura de contratação de engenheiros para atividades tecnológicas no Brasil é o objetivo deste artigo, que investiga se a participação desses profissionais em P & D na indústria da transformação está crescendo. Para isso, foram utilizados os dados fornecidos pela Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec). As informações permitem observar a evolução do esforço em P & D e a participação dos engenheiros entre os profissionais dedicados às atividades tecnológicas. Apesar da expectativa de uma estrutura com fortalecimento de atividades tecnológicas, com maior demanda por engenheiros, os dados evidenciam que a indústria não está construindo uma estrutura mais intensiva com base em engenheiros nem em atividades de P & D.

Palavras-Chave: Engenheiros industriais; Pesquisa e desenvolvimento; Indústria de transformação.

ABSTRACT

Analyzing the structure to hire engineers for technological activities in Brazil is the purpose of this article, which investigates whether the participation of these professionals in P & D in the processing industry has grown. For this, we used the data provided by the Technological Innovation Research (PINTEC). Information allows us to observe the evolution of the effort in P & D and the participation of engineers among the professionals dedicated to the technological activities. Despite the expectation of a structure which strengthens technological activities, with a greater demand for engineers, data show that industry is not constructing a more intensive structure having engineers or P & D activities as a basis.

Keywords: Industrial engineers; Research and development; Processing industry.

Universidade Federal do Espírito Santo

Endereço

Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras
29.075-910, Vitória-ES
gestaoeconexoes@gmail.com
gestaoeconexoes@ccje.ufes.br
http://www.periodicos.ufes.br/ppgadm

Coordenação

Programa de Pós-Graduação em Administração
(PPGADM/CCJE/UFES)

Artigo

Recebido em: 22/02/2013
Aceito em: 10/07/2013
Publicado em: 15/11/2013

1. INTRODUÇÃO

As atividades de ciência e de tecnologia (C & T) são elementos importantes na determinação do desempenho econômico dos países. É por meio da capacidade de inovação e criação de conhecimento advindo dessas atividades que se espera que, no longo prazo, sejam gerados empregos de melhor qualidade e renda adicional - resultado direto do aumento de produtividade da economia que os avanços tecnológicos proporcionam. Tendo em vista as implicações positivas dos esforços tecnológicos sobre a economia, os países que conseguem desenvolver e gerenciar seus ativos ligados ao conhecimento de maneira positiva apresentam bons indicadores em termos de desenvolvimento socioeconômico (OECD, 1997).

Esses ativos relacionados à economia do conhecimento têm como um de seus alicerces a mão de obra qualificada. Os profissionais que se dedicam às atividades tecnológicas são considerados recursos fundamentais para a inovação e para a geração e difusão do conhecimento. Segundo a literatura, a combinação entre empenho científico e tecnológico e recursos humanos qualificados desempenha um papel crucial no progresso tecnológico e no crescimento econômico, social e no bem-estar geral (OECD, 1995). Justamente por ser tão importante no processo de desenvolvimento é que a mensuração a respeito do desempenho tecnológico de um país passa por indicadores que determinam a participação de cientistas e engenheiros na economia.

Tendo em vista a importância atribuída aos profissionais de C & T, este artigo tem por objetivo investigar se a estrutura da indústria brasileira, reestruturada em razão das mudanças na década de 1990, apresenta uma trajetória de intensificação de engenheiros nas atividades inovativas desempenhadas pelas empresas.

Para a realização desta análise, o estudo utilizou como fonte de informações o banco de dados de quatro edições da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (Pintec), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referente aos anos de 2000, 2003, 2005 e 2008 (IBGE, 2002; 2005; 2007). Esta pesquisa investiga de modo abrangente as atividades inovativas da indústria de extração e de transformação, além de alguns segmentos do setor de serviços, seguindo uma metodologia consolidada internacionalmente. A partir dos dados disponíveis foi possível elaborar um indicador simples, ligado ao tamanho e ao crescimento da participação da engenharia em relação à mão de obra que realiza pesquisa e desenvolvimento (P & D) na indústria de transformação brasileira, para verificar o crescimento do esforço por parte dos setores na realização dessas atividades.

A hipótese que guiou a investigação foi que haveria um crescimento na demanda por profissionais da área de engenharia em razão de um processo de intensificação das atividades tecnológicas dos setores industriais brasileiros. Dois fatores sustentam essa hipótese. Primeiro, em razão das mudanças macroeconômicas desencadeadas nos anos 1990, com a abertura do mercado e maior exposição à competição internacional. E, segundo, em função da adoção de uma postura mais proativa em relação à promoção da inovação tecnológica no Brasil, por meio de um conjunto de políticas de estímulo a tais atividades, tais como os Fundos Setoriais (em 1999), a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (Pitce, em 2004), a Lei de Inovação (Lei n. 10.973/2004) e a Lei do Bem (Lei n. 11.196/2005).

Além desta Introdução, este artigo encontra-se estruturado em outras 5 seções. A próxima seção contextualiza e justifica a importância de discutir os profissionais de engenharia no atual momento da economia brasileira, principalmente em um momento em que o Brasil discute um possível descompasso entre a oferta e a demanda desses profissionais no mercado de trabalho. A terceira seção faz uma recuperação histórica acerca da incorporação da atividade de engenharia na formação do parque industrial brasileiro, que privilegiou a importação de tecnologias estrangeiras, por intermédio de empresas multinacionais (EMNs) em setores de maior dinamismo e com maior conteúdo tecnológico. Como se discute, o resultado foi uma estrutura produtiva que pouco se apropriou da atuação de engenheiros no esforço de geração de novas tecnologias agregadas a produtos e processos. A seção seguinte apresenta a metodologia que sustenta esta pesquisa. Já a quinta seção apresenta os resultados dos processamentos realizados a partir das 4 edições da Pintec, com destaque para o número de engenheiros em atividades de P & D por setor de atividade econômica e a evolução no tempo. Por fim, seguem as conclusões, com a proposta de organizar os principais achados deste estudo.

2. O CONTEXTO E AS PERSPECTIVAS PARA A EXPANSÃO NO EMPREGO DAS ENGENHARIAS NO BRASIL

Ainda que o campo para profissionais que possam atuar em atividades de P & D seja amplo e contemple diversas áreas da ciência e da engenharia (OECD, 1995), a opção adotada neste artigo, de analisar somente as engenharias, justifica-se pelo interesse em relação a esses profissionais no atual momento da economia brasileira e de seu mercado de trabalho.

Após 20 anos de estagnação, a trajetória de crescimento econômico brasileiro foi retomada em meados de 2004, com pequena interrupção em 2009, e trouxe consigo um

cenário positivo para o aquecimento do mercado de trabalho. Além de uma conjuntura externa favorável, a expansão do investimento público, o aquecimento do mercado interno, o retorno do crédito para a construção civil e para a população de modo geral configuraram um cenário positivo para a retomada do crescimento industrial e do seu investimento na expansão da capacidade produtiva. Essa conjuntura de bons indicadores se refletiu em crescimento do emprego formal na economia brasileira após um longo período de retração (KREIN, SANTOS; NUNES, 2011).

A retomada da demanda por profissionais seguiu em diferentes níveis salariais e ocupações, com destaque especial para as carreiras relacionadas às competências das áreas de engenharia. Após o período de significativa retração do campo de trabalho, no qual os engenheiros perderam 1/3 de sua participação no emprego formal, concomitante com o período de estagnação da economia (MAZZONI; QUEIROZ; CONSONI, 2010), a engenharia retomou a posição de um dos elementos importantes para o crescimento econômico sustentável no médio e longo prazo (PACHECO, 2010; IPEA, 2011). A realização de dois grandes eventos de porte internacional e a descoberta de grandes reservas de petróleo na camada Pré-Sal no litoral brasileiro apontam para oportunidades e desafios para os próximos anos, nos quais os engenheiros serão elementos fundamentais. Em termos tecnológicos, a engenharia será requerida para viabilizar a extração do petróleo em camadas ainda mais profundas que as já em operação e em um tipo de solo no qual a tecnologia existente não é capaz de operar. Quanto aos dois eventos, além de obras de infraestrutura, novos dispositivos tecnológicos deverão ser desenvolvidos para auxiliar na organização dos eventos, em áreas como telecomunicações, defesa, entre outras.

Esse cenário de aquecimento do mercado de trabalho para os engenheiros já vem sendo identificado há alguns anos. Em pesquisa elaborada pelo Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea) (CONFEA, 2007), quando as empresas foram questionadas a respeito da previsão de contratação de engenheiros para os próximos anos, 64% indicaram tendência de crescimento; já para 33% das empresas, o ritmo de contratação de engenheiros não se alteraria.

Uma evidência de que a participação dos engenheiros em atividades inovativas é crucial e poderia aumentar em razão desse bom momento da economia foi identificada na pesquisa realizada por Queiroz et al. (2008). Essa pesquisa contou com resultados de entrevistas conduzidas junto a uma amostra de 55 subsidiárias de EMNs instaladas no Brasil, de diversos setores econômicos. Com o objetivo de contribuir para a formulação de políticas públicas capazes de alavancar investimentos tecnológicos, as empresas foram

questionadas acerca de quais seriam os fatores que tornavam o Brasil atrativo em termos tecnológicos e como potencial 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% das empresas entrevistadas. Além disso, o segundo momento seria o destaque dado pelos entrevistados à qualidade e capacidade dos profissionais brasileiros com custo competitivo, principalmente quando comparados em 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 cargo das especialidades de engenharia – 6 no total, a saber: mecânica, elétrica, materiais, química, *software* e eletrônica, conforme ordem de importância citada.

Cabe destacar que o aquecimento das contratações de engenheiros e a perspectiva de uma demanda crescente no curto e médio prazo vêm se configurando em uma previsão de limitação do processo de crescimento em função de uma preocupante falta de engenheiros no mercado por conta da oferta insuficiente para atender a demanda. Há, inclusive, uma série de estudos recentes sobre o tema em que se investiga a possibilidade de o Brasil enfrentar um “apagão” de profissionais qualificados, particularmente focando as engenharias a partir de diferentes aspectos (MACIENTE; ARAÚJO, 2011; PEREIRA; ARAÚJO, 2011; PACHECO, 2010; NASCIMENTO et al., 2010; MAZZONI; QUEIROZ; CONSONI, 2010; CNI, 2007).

Tal cenário de restrição de engenheiros disponíveis preocupa, pois esses profissionais possuem características importantes para o processo de desenvolvimento de um país. Cabe ao engenheiro pensar no modo como uma empresa pode utilizar seus recursos e a tecnologia disponível sempre da forma mais eficiente possível, ao mesmo tempo 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 infraestrutura, aconselhar em questões técnicas por conta do aprendizado adquirido ao longo de sua formação. Ademais, são capazes de elaborar desenhos e fabricar protótipos, realizar testes e auferir qualidade de produtos (MCLEVER CONSULTING, 2003).

Dessa forma, a atenção dada aos engenheiros neste estudo se justifica pela perspectiva de crescimento na demanda brasileira por esses profissionais para os próximos anos em função dos desafios que se colocam à economia brasileira em seu processo de desenvolvimento.

3. A INSERÇÃO DA ENGENHARIA NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA

A participação da engenharia na indústria brasileira está intimamente ligada ao processo de formação do parque industrial nacional, principalmente a partir da década de 1950, quando o Brasil entrou em um novo estágio de desenvolvimento advindo do processo de industrialização orientado a partir das políticas do Estado. Apesar de já haver algumas importantes medidas voltadas para imprimir maior dinamismo na indústria nacional desde o fim da Segunda Guerra, foi o período que seguiu até o final da década de 1970 que marcou de forma significativa o esforço para a formação e diversificação do parque industrial brasileiro (SUZIGAN; FURTADO, 2006).

Como estrutura básica, a industrialização brasileira se deu por meio da articulação entre seus 3 principais agentes [Estado, setor privado nacional e capital estrangeiro], buscando conduzir a estrutura industrial brasileira para o padrão existente nas economias industrializadas (SUZIGAN, 1991; SUZIGAN e FURTADO, 2006). Seguindo por uma trajetória que se delineou nas décadas anteriores, o Estado continuou responsável pela construção da infraestrutura e das indústrias de base, enquanto o setor privado nacional avançou na produção de bens de consumo não duráveis. Ao capital estrangeiro foram atribuídos os setores de maior dinamismo e com o maior conteúdo tecnológico, cabendo a eles a produção dos bens de consumo duráveis, como automóveis, eletroeletrônicos, e bens de capital. Esse modelo de associação, incentivado por políticas que facilitavam a importação de máquinas e equipamentos, permitiu que os grupos estrangeiros tivessem o controle de setores importantes da indústria brasileira e, conseqüentemente, que passassem a determinar as tecnologias adotadas pelo país, sem que, no entanto, fossem colocadas quaisquer exigências para que tais tecnologias fossem concebidas no Brasil. Com essa 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).

Essa composição, com forte participação do Estado na economia e das EMNs como os detentores da tecnologia, foi determinante na definição da indústria de transformação brasileira como núcleo das oportunidades de trabalho dos engenheiros, principalmente nas grandes empresas estrangeiras e estatais. Entretanto, é importante esclarecer o papel atribuído à engenharia brasileira, tendo em vista as decisões relacionadas à construção das competências tecnológicas nacionais (KAWAMURA, 1981).

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 no exterior pelas matrizes dessas corporações isentou as filiais das EMNs que se instalavam no Brasil de realizar esforços próprios de desenvolvimento de tecnologia nos setores mais intensivos em conhecimento da época (ERBER, 1992; DEITOS, 2006). Como o modelo de política industrial estava mais preocupado com a superação do atraso em termos produtivos da economia brasileira que com a questão do adensamento da aprendizagem e da capacitação tecnológica, tornou-se mais simples a entrada dos padrões técnicos dos países avançados sob a forma de importação de projetos e de plantas, de máquinas e equipamentos e a dispensa, por parte das EMNs, 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 a modernização dos respectivos processos produtivos e, conseqüentemente, a formação do padrão de desenvolvimento tecnológico, seguiu em semelhança com os setores mais dinâmicos, nos quais a importação do pacote de tecnologia do exterior para a realização da produção se deu tanto pela compra de maquinário quanto pelo licenciamento da tecnologia de empresas estrangeiras para a realização da produção no país (KAWAMURA, 1981).

Dessa forma, apesar da forte demanda por engenheiros como mão de obra, o campo de ação da engenharia nacional se dividiu em duas funções: 1) 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 2) atividades ligadas aos cargos administrativos e gerenciais vinculados à organização e decisão da tecnologia a ser implementada – em grande parte ligada à administração científica do trabalho (KAWAMURA, 1981).

Apesar do envolvimento dos engenheiros com as atividades produtivas da indústria de transformação não ter um caráter inovador e possuir menor intensidade tecnológica, ainda assim, a engenharia nacional conseguiu acumular, 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). Esses desenvolvimentos de menor intensidade tecnológica da

engenharia brasileira compreenderam, na verdade, os núcleos dos esforços tecnológicos internos da indústria brasileira (COUTINHO; FERRAZ, 1993).

Cabe destacar, ainda, que, embora o cenário de baixo dinamismo tecnológico tenha sido sua principal característica, a indústria brasileira apresentou algumas experiências bem sucedidas em áreas específicas, com destaque, principalmente, para as empresas estatais nos setores aeroespacial, de telecomunicações, petróleo e energia elétrica (COUTINHO; FERRAZ, 1993; ERBER, 1992). Esses foram segmentos em que os conhecimentos da engenharia foram preponderantes no avanço do desenvolvimento tecnológico. Parte das políticas de desenvolvimento tecnológico do governo se deu por meio do fomento de atividades de P & D em suas empresas estatais (Embraer, Petrobras, Telebras, Eletrobras), o que, para os profissionais de engenharia, representou uma oportunidade para ir além das atividades gerenciais e operacionais.

Tendo em vista a importância dessas políticas no desenvolvimento tecnológico do país, e a inserção de engenheiros como um dos elementos de destaque desse processo, deve-se prestar atenção às políticas públicas recentes de apoio à inovação e ao desenvolvimento industrial. No final da década de 1990, os fundos setoriais foram formados a partir das contribuições de alguns setores, como petróleo, eletricidade e telecomunicações, com o objetivo de garantir estabilidade à fonte de recursos para as atividades de P & D de 14 setores estratégicos, além de promover a interação entre universidades e empresas e melhoria de infraestrutura de pesquisa.

Anos depois, em 2003, a promoção da inovação na economia brasileira também esteve por trás das diretrizes lançadas pela Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (Pitce). O objetivo de estimular as atividades tecnológicas nas empresas se deu tanto pela seleção de setores prioritários, escolhidos por ser considerados intensivos em tecnologia e com transbordamentos positivos para toda a economia, quanto pela elaboração de um arcabouço jurídico, com a Lei da Inovação, de 2004, e a Lei do Bem, de 2005. A Lei de Inovação forneceu o aparato institucional para a colaboração entre empresas e universidades e institutos de pesquisa públicos, facilitou a transferência de tecnologia, estabeleceu regras para a partilha de infraestrutura e os benefícios econômicos resultantes de inovações, além da permissão de contratação de pesquisadores ligados às universidades. Essa lei introduziu, ainda, a possibilidade de financiamento de P & D em empresas por fundos não reembolsáveis.

Os estímulos fornecidos pela Lei do Bem se dão no âmbito tributário para as empresas que investem em P & D. Alguns dos principais pontos são a permissão de abatimento integral no Imposto de Renda e Contribuição Social dos gastos em P & D,

depreciação acelerada dos investimentos em máquinas e equipamentos e a subvenção de parte da folha de pagamento dos pesquisadores com dedicação exclusiva às atividades de P & D.

A Pitce foi substituída, em 2008, pela Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), na qual ainda se mantinha como meta a elevação dos investimentos em atividades tecnológicas. Em razão da forte crise econômica iniciada nesse mesmo ano, pouco foi feito em relação às metas estabelecidas.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Mensurar a participação dos profissionais em engenharia envolvidos em atividades de P & D é um bom indicador para a análise do nível de intensidade tecnológica na economia brasileira. Para realizar esse tipo de investigação, foram empregados dois procedimentos. O primeiro consiste na definição da composição setorial a partir da identificação dos setores mais empenhados em atividades tecnológicas por parte da indústria. Em segundo lugar, os dados fornecidos pela Pintec permitem formar uma breve trajetória de como o empenho tecnológico da indústria vem se comportando ao longo dos primeiros anos do século XXI, tendo em vista que a pesquisa foi realizada entre 2000 e 2008.

A Pintec tem por objetivo coletar informações sobre vários aspectos do processo de inovação tecnológica nas empresas brasileiras para a elaboração de indicadores nacionais e que também sejam passíveis de comparação com os bancos de dados internacionais.

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 têm CNPJ e estão classificadas no Cadastro Central de Empresas (Cempre) do IBGE, que estão ativas e possuem 10 ou mais pessoas ocupadas. Em razão das alterações metodológicas, a referência para a classificação de atividades da indústria se divide em duas. As três primeiras edições da pesquisa utilizam a CNAE 1.0 e, a partir da edição de 2008, a Pintec passou a adotar exclusivamente a classificação da CNAE 2.0 para a tabulação dos resultados. Não obstante, não foi disponibilizada uma versão equivalente na antiga CNAE 1.0, inclusive para pedidos de tabulação especial. A alteração na classificação setorial e a impossibilidade de obter os dados em um nível de abertura mais detalhado acabaram por limitar esta análise a partir dos setores que compõem a indústria de transformação brasileira. Como a análise a partir do comportamento da indústria ao longo do tempo é

importante para este estudo, buscou-se superar a limitação com uma adaptação de ambas as classificações, com a preocupação de permitir a comparação dos dados, ainda que correndo o risco de perder informações relevantes.

Em seu questionário, a Pintec investiga, por meio de duas perguntas, o tamanho e o grau de envolvimento das pessoas que participam das atividades de P & D dentro da firma. A primeira pergunta investiga 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 escolaridade – doutores, mestres, graduados, técnicos de nível médio e outros de suporte – e por tempo de dedicação a essas atividades – dedicação exclusiva, dedicação parcial e o percentual médio de dedicação. A segunda questão sobre o tema pede para que as empresas especifiquem o número de técnicos de nível superior e o número de profissionais pós-graduados que normalmente se ocupam com as atividades de P & D segundo sua ocupação/formação básica e o tempo de dedicação a essas atividades – dedicação exclusiva ou dedicação parcial. Para a obtenção desses dados foi necessário pedir uma tabulação especial ao IBGE na qual fosse possível identificar os engenheiros.

Para a identificação dos profissionais em P & D, a Pintec traz uma relação de 6 categorias, sendo que 1 delas mensura a participação de engenheiros, com a ressalva de também incluir arquitetos e profissionais semelhantes. Trata-se de uma limitação metodológica, mas que, na ausência de uma abertura maior dos dados, utilizou-se esse indicador como uma *proxy* do valor exato de engenheiros envolvidos em atividades de P & D nas 4 edições da pesquisa.

Para a análise dos resultados, deve-se fazer uma 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. 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.

A compreensão das características da composição setorial da indústria de transformação brasileira seguiu a classificação da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que categoriza os setores a partir das diferenças de investimentos em atividades tecnológicas, da seguinte forma:

- Setores de alta intensidade tecnológica: aeroespacial; farmacêutico; de informática; eletrônica e telecomunicações; instrumentos;

- Setores de média/alta intensidade tecnológica: setores de material elétrico; veículos automotores; química, exceto o setor farmacêutico; ferroviário e de equipamentos de transporte; máquinas e equipamentos;
- Setores de 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;
- Setores de 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.

5. INTENSIDADE TECNOLÓGICA DA INDÚSTRIA BRASILEIRA E A PARTICIPAÇÃO DA ENGENHARIA NAS ATIVIDADES DE P & D

Em um primeiro nível de análise, é interessante observar o comportamento da contratação de profissionais para as atividades tecnológicas na indústria brasileira. Essas informações revelam que a indústria brasileira ainda emprega poucos profissionais em atividades de P & D, em um ritmo de crescimento que se mantém abaixo da média de crescimento da economia como um todo, corroborando indícios de que são poucos os avanços na realização de atividades inovativas por parte da indústria brasileira, como que reforçando o padrão já descrito em seção anterior. Em outras palavras, a distribuição dos profissionais envolvidos nas atividades de tecnologia segue uma posição intermediária em termos de intensidade tecnológica.

Quanto à alocação dos pesquisadores para P & D no Brasil, a Tabela 1 corrobora a análise de Furtado e Quadros (2005), elaborada a partir da primeira edição da Pintec, de que os setores com maior peso nas atividades tecnológicas brasileiras encontram-se no grupo de média/alta tecnologia. Os dados referentes ao número de profissionais em atividades internas de P & D mostram que, ao longo das 4 edições da Pintec, os setores de intensidade tecnológica média/alta, como destacado na Tabela 1, são responsáveis por cerca de 45% 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.

Tabela 1 - Número de profissionais em atividades internas de P&D por setor

Indústrias de transformação	2000	2003	2005	2008
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	2.770	3.636	4.679	6.104
Fabricação de produtos químicos	4.239	3.918	5.213	5.101
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 móveis e indústrias diversas	5.136	3.287	5.755	4.333
Fabricação de outros equipamentos de transporte	1.491	2.759	2.434	4.013
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1.881	1.771	2.015	2.021
Fabricação de máquinas e equipamentos	3.701	3.959	3.659	1.894
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	2.721	1.984	2.453	1.774
Fabricação de produtos de metal	1.148	1.519	1.284	1.460
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	947	1.290	1.034	1.396
Fabricação de artigos de borracha e plástico	1.525	794	1.166	1.343
Metalurgia básica	945	1.194	1.067	1.168
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	508	539	395	604
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	703	536	634	435
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	544	153	222	432
Fabricação de produtos têxteis	551	517	429	431
Confeção de artigos do vestuário e acessórios	408	203	276	348
Fabricação de produtos de madeira	276	102	124	277
Edição, impressão e reprodução de gravações	510	167	407	203
Fabricação de produtos do fumo	134	198	163	158
Reciclagem	0	0	0	0
Total dos ocupados em P & D	30.137	28.525	33.408	33.498

Fonte: Elaborada pelos autores.

Em relação à trajetória do total da indústria, apesar de crescente, a expansão dos profissionais ligados à inovação dentro das empresas no período investigado pela Pintec mostra-se totalmente dissociada do ritmo do crescimento do emprego na indústria de transformação e do emprego total da economia brasileira, que cresceram, respectivamente, 51,6% e 50,4%, como apresenta a Tabela 2. Esse crescimento abaixo da média da economia é um indicativo de que as atividades internas de P & D seguem em uma trajetória de redução de sua participação na composição da mão de obra, além de apontar o enfraquecimento das atividades tecnológicas, com o agravante de ocorrer em um momento significativo da retomada do crescimento econômico.

Tabela 2 - Número de profissionais em atividades internas de P & D e crescimento entre 2000 e 2008

	2000	2008	Crescimento
Emprego total	26.228.629	39.441.566	50,4 %
Emprego Indústria de transformação	4.821.093	7.310.840	51,6%
Profissionais em P & D	30.137	33.498	11,1%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Ao observar, na Tabela 3, a composição da mão de obra em atividades de P & D em termos de qualificação, o papel do conhecimento da engenharia para a execução de atividades tecnológicas na indústria de transformação brasileira ganha destaque. Os profissionais de engenharia são responsáveis por mais de 66% dos trabalhadores envolvidos nas atividades de P & D das empresas no Brasil, com maior relevância para os setores da metal-mecânica. Em quatro setores, essa proporção chegou a ultrapassar os 90% - Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias; Fabricação de outros equipamentos de transporte; Metalurgia básica; 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 4,9% entre 2000 e 2008. 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, já que cresceram menos do que o total da indústria.

Uma ressalva que pode ser feita está ligada à importância desses profissionais durante o período de dificuldade econômica. A trajetória da composição dos engenheiros nas atividades internas de P & D mostra que os problemas econômicos e cambiais dos anos de 2001 a 2003 tiveram 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 e no período de 2006 a 2008. Inclusive, além da perda relativa de importância na composição dos profissionais qualificados em atividades de P & D, neste último período, houve uma leve contração no número absoluto de profissionais de engenharia entre os anos de 2005 e 2008. Outra leitura desse movimento sugere que, em momentos de retração do emprego, as ocupações de engenharia tendem a ser preservadas; porém, em épocas de expansão dos postos de trabalho, elas perdem participação percentual em detrimento à contratação de outras ocupações que não no campo das engenharias.

Tabela 3 - Número de engenheiros em atividades internas de P & D e participação no total de profissionais em P & D, por setor

Indústrias de transformação	2000		2003		2005		2008	
	Eng	%	Eng	%	Eng	%	Eng	%
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	2.495	90,1	3.318	91,8	4.215	90,1	5.526	90,5
Fabricação de outros equipamentos de transporte	1.443	96,8	2.341	84,8	2.177	89,4	3.617	90,1
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 móveis e indústrias diversas	3.974	77,4	2.810	85,5	4.155	72,2	2.800	64,6
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1.638	87,1	1.637	92,4	1.821	90,4	1.835	90,8
Fabricação de máquinas e equipamentos	3.379	91,3	3.471	87,7	3.169	86,6	1.577	83,3
Fabricação de produtos químicos	1.494	35,2	1.379	35,2	1.548	29,7	1.158	22,7
Metalurgia básica	802	84,9	1.062	89,0	882	82,6	1.050	89,9
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	723	76,3	796	61,7	679	65,7	997	71,4
Fabricação de produtos de metal	934	81,4	1.393	91,7	964	75,1	831	56,9
Fabricação de artigos de borracha e plástico	1.107	72,6	536	67,5	765	65,6	804	59,9
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	1.353	49,7	915	46,1	1.198	48,8	754	42,5
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	329	64,9	353	65,5	163	41,4	383	63,4
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	588	83,7	395	73,7	454	71,5	217	49,8
Edição, impressão e reprodução de gravações	87	17,1	98	58,8	128	31,5	150	73,9
Fabricação de produtos têxteis	296	53,6	360	69,7	193	45,1	145	33,6
Fabricação de produtos de madeira	207	75,3	79	77,8	99	80,0	121	43,8
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	141	25,9	48	31,4	78	35,0	112	25,9
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	195	47,8	110	54,2	82	29,8	108	30,9
Fabricação de produtos do fumo	37	27,7	66	33,1	69	42,4	53	33,5
Reciclagem	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0
Total de engenheiros em P & D	21.225	70,4	21.166	74,2	22.385	67,0	22.240	66,4

Fonte: Elaborada pelos autores.

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, voltadas principalmente a adaptações de processos e produtos. Os processos inovativos da indústria brasileira têm como característica principal estar voltados a 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; FURTADO, 2005).

Um segundo motivo, complementar ao primeiro, é a composição do perfil das empresas inovadoras brasileiras, em que essas atividades de adaptação de tecnologia se deram com maior destaque. Quadros et al. (1999) mostram que a atividade inovativa está concentrada, principalmente, em empresas multinacionais, que têm facilidade para transferir tecnologia e conhecimento desenvolvidos nos laboratórios de P & D dos países sedes pelas matrizes. No Brasil, caberia às subsidiárias 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 al., 1999).

O esforço adaptativo, entretanto, se colocou como uma fonte de 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” (FURTADO; QUADROS, 2005, p. 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 3.

Esse padrão de intensidade tecnológica a partir do emprego de engenheiros ratifica o indicador mais utilizado para mensurar o empenho tecnológico de um país, que consiste nos gastos em atividades internas de P & D em relação à receita de vendas. Em razão das competências e dos ganhos desenvolvidos a partir da realização de atividades de P & D internamente, entende-se que esse também é um indicador adequado para mensurar o real esforço por parte das empresas no seu desenvolvimento tecnológico. A partir da Tabela 4 é possível reafirmar que a indústria de transformação brasileira concentra-se em um nível intermediário de esforço tecnológico.

Tabela 4 - Gastos em atividades internas de P & D em relação à receita das vendas na indústria de transformação, por setor (%)

Indústria de transformação	2000	2003	2005	2008
Fabricação de outros equipamentos de transporte	2,7	4,1	3,2	2,0
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	0,9	1,6	1,3	1,5
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1,8	0,7	1,3	1,0
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 móveis e indústrias diversas	1,2	0,9	1,2	1,0
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	0,9	0,6	0,8	0,9
Fabricação de produtos do fumo	0,6	0,4	0,2	0,7
Fabricação de produtos químicos	0,7	0,5	0,6	0,7
Fabricação de artigos de borracha e plástico	0,4	0,3	0,4	0,5
Fabricação de máquinas e equipamentos	1,2	0,7	0,6	0,4
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	0,3	0,2	0,3	0,4
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,4	0,2	0,2	0,3
Fabricação de produtos de metal	0,4	0,2	0,2	0,3
Edição, impressão e reprodução de gravações	0,1	0,0	0,1	0,2
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	0,2	0,1	0,1	0,2
Metalurgia básica	0,4	0,2	0,2	0,2
Fabricação de produtos têxteis	0,3	0,2	0,2	0,2
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,3	0,2	0,4	0,2
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	0,2	0,3	0,2	0,1
Fabricação de produtos de madeira	0,2	0,1	0,1	0,1
Reciclagem	0,0	0,0	0,0	0,0
Indústrias de transformação	0,7	0,6	0,6	0,6

Fonte: Elaborada pelos autores.

Por fim, uma última observação indica que, não obstante a indústria brasileira se concentrar em atividades de média e baixa intensidade tecnológica, alguns setores têm se destacado, seja pela proporção dos recursos investidos em atividades internas de P & D, seja no crescimento da intensidade tecnológica ao longo do tempo, sugerindo que a indústria brasileira e seus números referentes ao emprego de engenheiros, não deva ser analisada a partir de um todo integrado, mas, sim, considerando suas particularidades e especificidades.

Considere que as informações obtidas pela análise da Pintec revelam algumas das características do empenho tecnológico indústria de transformação brasileira e, principalmente, da forte relação entre o desenvolvimento tecnológico e a engenharia. Entretanto, essas informações demonstram que não existe uma trajetória de mudanças

significativas na realização de atividades inovativas por parte da indústria em quase uma década de pesquisa.

Demonstram, também, que a análise da distribuição setorial dos valores investidos em desenvolvimento tecnológico entre 2000 e 2008 reafirma a característica apresentada pela literatura de que a indústria brasileira se concentra em atividades de média intensidade tecnológica. Os valores encontrados entre o primeiro e o último ano da Pintec apontam 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; FURTADO, 2005; QUADROS et al., 1999). Como discutido anteriormente, esses são os setores que se desenvolveram ao longo do processo de formação da indústria brasileira, entre 1950 e 1970, e que hoje se utilizam das 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, construída por meio de um longo processo de aprendizagem, que esses setores passaram de adaptadores de tecnologia para o desenvolvimento de atividades tecnológicas sistemáticas.

Considerando outra medida de intensidade tecnológica, qual seja, a quantidade de trabalhadores que realizam atividades inovativas nas empresas, esses mesmo setores de destaque 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.

Tendo em vista o objetivo deste estudo, de investigar se a estrutura da indústria brasileira revela alguma intensificação no emprego de engenheiros em atividades tecnológicas, cabe destacar que setores que aumentaram a contratação desses profissionais também são os que destinaram mais recursos para atividades de P & D. Três segmentos se destacaram: Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos; Veículos automotores, reboques e carrocerias; e Outros equipamentos de transporte. O desempenho desses 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 consistente de expansão de esforços em atividades inovativas.

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 que trabalham nas outras diversas atividades desses setores (MAZZONI; QUEIROZ; CONSONI, 2010). Para esses três setores, o aumento na demanda por profissionais de engenharia refletiu no aumento das atividades tecnológicas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados da Pintec são claros ao mostrar que não houve mudanças significativas no empenho em atividades próprias de P & D por parte da indústria de transformação brasileira. O tímido crescimento da contratação de profissionais para as atividades tecnológicas diante do período de retomada do crescimento econômico brasileiro, da formulação de um conjunto de medidas governamentais de estímulo à atividade inovativa e da formalização da contratação por parte da indústria sinaliza que as atividades tecnológicas ainda não são efetivamente prioritárias para o desenvolvimento e crescimento do setor produtivo brasileiro. Esse é um ponto que deve ser observado com preocupação por parte dos formuladores de políticas nacionais, onde é importante identificar as razões para tal estagnação e as dificuldades em realizar P & D no Brasil com o intuito de moldar as ações e incentivos existentes para reverter esse desempenho.

É possível afirmar que esse incentivo por parte das políticas públicas se mostra um importante elemento no aprofundamento do desenvolvimento tecnológico, tendo em vista que os setores da indústria que mais se destacam em termos de empenho em atividades tecnológicas são justamente os que receberam suporte ao longo do processo de industrialização brasileira, em especial entre os anos de 1950 e 1970, e que continuam sendo amplamente contemplados com medidas de estímulo ao aumento da sua competitividade.

Em relação ao emprego de engenharia nas atividades inovativas, a forte participação desses profissionais na composição de atividades tecnológicas na indústria brasileira representa a continuidade histórica de empenho em atividades ligadas mais ao “D” (desenvolvimento) do que ao “P” (pesquisa), da P & D. Isso indica que ainda há um foco maior no esforço adaptativo por parte da indústria. Ainda que a participação da engenharia tenha avançado para além das responsabilidades que lhe foram atribuídas no

início do processo de industrialização, esse padrão segue como a base para a maior parte dos setores que compõem a indústria brasileira.

Quando a observação passa para o nível setorial, é destacável a trajetória dos setores em que a engenharia consiste em uma área crítica para o desenvolvimento tecnológico. A construção da indústria metal-mecânica brasileira contou com a competência desses profissionais, capacitados, inclusive, pelo processo da adaptação das tecnologias importadas à realidade nacional. Esse processo trouxe consigo o aprendizado e a experiência na superação dos desafios e limites tecnológicos existentes para esses setores. O resultado, como apontam os dados da Pintec, é que hoje a indústria metal-mecânica é a principal área de domínio técnico da indústria brasileira.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos pelos comentários feitos ao texto, em especial por reconhecer que foram extremamente construtivos e que ajudaram a melhorar a qualidade deste debate. Aos pareceristas, o nosso reconhecimento e agradecimento.

REFERÊNCIAS

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. Falta de mão de obra qualificada dificulta aumento da competitividade da indústria. **Sondagem Especial da Confederação Nacional da Indústria**, Brasília, v. 5, n. 3, set. 2007.

COUTINHO, L.; FERRAZ, J. C. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. Relatório Final. Brasília, DF: Ministério da Ciência e Tecnologia, 1993.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA – CONFEA. **Formulação estratégica do sistema Confea 2008/2010**. Brasília, DF: Confea, 2007.

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

ERBER, F. S. Desenvolvimento industrial e tecnológico na década de 90: uma nova política para um novo padrão de desenvolvimento. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 9-42, 1992.

ERBER, F. S. O padrão de desenvolvimento industrial e tecnológico e o futuro da indústria brasileira. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 5, 2001. Edição especial.

ERBER, F.; AMARAL, L. “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**. SCHWARTZMAN S. (org); São Paulo, November. 1993

FORJAZ, M. C. S. “As origens da Embraer”. **Tempo Social, revista de sociologia da USP**, v. 17, n. 1, 2005, p. 281-298

FURTADO, A. T.; QUADROS, R. 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, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa de inovação tecnológica (Pintec)**. 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa de inovação tecnológica (Pintec)**. 2003. Rio de Janeiro: IBGE, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa de inovação tecnológica (Pintec)**. 2005. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, Brasília, v. 12, n. 2, 2011.

KAWAMURA, L. K. **Engenheiro: trabalho e ideologia**. São Paulo: Ática, 1981.

KREIN, J. D.; SANTOS, A. L.; NUNES, B. T. Trabalho no governo Lula: avanços e contradições. **Revista ABET**, Curitiba, v. 10, n. 2, jul./dez. 2011.

MACIENTE, A. N.; ARAÚJO, T. C. A demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal? **Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 43-54, 2001.

MAZZONI, M. O.; QUEIROZ, S. R. R.; CONSONI, F. L. Uma análise sobre a escassez de mão de obra qualificada e o emprego formal de engenheiros no Brasil. In: Seminários em Administração, 13., set. 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/semead/13semead/resultado/trabalhosPDF/757.pdf>>. Acesso em: 2 out. 2013.

MCLEVER CONSULTING. **The demand and supply of engineers and engineering technicians**. Expert Group on Future Skills Needs. Final report. [S.l]: McLever, 2003.

NASCIMENTO, P. M. M. et al. Escassez de engenheiros: realmente um risco? **Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, Brasília, v. 6, p. 3-8, 2010.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **Manual on the measurement of human resources devoted to S & T: "Canberra Manual"**. Paris: OECD, 1995.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **The measurement of scientific and technological activities**. Proposed guides for collecting and interpreting technological innovation data: "Oslo Manual". Paris: OECD, 1997.

PACHECO, C. A. **A formação de engenheiros no Brasil: desafio ao crescimento e à inovação**. São Paulo: Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial, 2010. (Carta IEDI, n. 424). Disponível em: <http://www.iedi.org.br/admin_ori/pdf/20100723_engenharia.pdf>. Acesso em: 1º set. 2011.

PEREIRA, R. H. M.; ARAÚJO, T. C. Oferta de engenheiros e profissionais afins no Brasil: resultados de projeções iniciais para 2020. **Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 35-41, 2001.

QUADROS, R. et al. Padrões de inovação tecnológica na indústria paulista: comparação com os países industrializados. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 13, n. 1/2, p. 53-66, 1999.

QUEIROZ, S. et al. **Estratégia para CT & I em São Paulo: universidades, institutos de pesquisa e empresas**. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2008. Relatório de pesquisa.

SILVEIRA, M. A. **A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional**. Rio de Janeiro PUC-Rio, Sistema Maxwell, 2005.

SINGER, P. Tecnologia e divisão do trabalho. In: HAMBURGER, E. W. (Coord.). **Ciência, tecnologia e desenvolvimento**. São Paulo: Brasiliense, 1971. p. 37-88.

SUZIGAN, W. "Estado e industrialização". **Revista de Economia Política**, v 8, n 4, out-dez, p 5-16. 1988

SUZIGAN, W. A indústria brasileira após uma década de estagnação: questões para política industrial. In: SEMINÁRIO JORNADAS DE ECONOMIA, 1991, Montevideu. Montevideu: Banco Central do Uruguai, 1991.

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

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. Política industrial e desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 163-185, abr./jun. 2006..

Marcela de Oliveira Mazzoni

Bacharel em Ciências Econômicas (Unesp, 2006), Mestre em Política Científica e Tecnológica (Unicamp, 2010). Pesquisadora do Grupo de Estudos em Economia Industrial (GEEIN/Unesp).

Sérgio Robles Reis de Queiroz

Professor Associado (MS-5) do Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT/Unicamp). Engenheiro Civil (USP, 1978). Bacharel em Filosofia (USP, 1983). Mestre em Economia (Unicamp, 1987). Doutor em Economia (Unicamp, 1993). Livre Docente (Unicamp, 2004).

Flávia Luciane Consoni

Professora Doutora (MS-3) do Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT/Unicamp). Bacharel em Ciências Sociais (UFSCar, 1995). Mestre em Política Científica e Tecnológica (Unicamp, 1998). Doutor em Política Científica e Tecnológica (Unicamp, 2004).

Renato Hyuda de Luna Pedrosa

Professor Associado (MS-5) do Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT/Unicamp). Engenheiro Eletrônico (ITA, 1978). Mestre em Matemática (Unicamp, 1981). Doutor em Matemática (UC-Berkeley 1988). Livre Docente (Unicamp, 2006).