

Esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira: uma comparação com países selecionados

Graziela Ferrero Zucoloto^{*}

Rudinei Toneto Jr.^{**}

Resumo

O artigo analisa o esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira, em comparação a um grupo de países da OCDE. As principais conclusões são: (a) o esforço tecnológico industrial nacional é limitado em comparação ao realizado pelos países selecionados; (b) esta performance é generalizada para a maior parte dos setores nacionais; (c) esta diferença é mais significativa entre setores intensivos em tecnologia: produtos químicos, eletrônicos e informática; (d) a diferença entre a estrutura produtiva brasileira e das nações da OCDE também é responsável pelo baixo esforço tecnológico realizado pela indústria de transformação, porém com menor intensidade; (e) foi identificada uma correlação positiva entre esforço tecnológico relativo e desempenho comercial, e uma correlação negativa entre esforço tecnológico relativo e controle estrangeiro na receita operacional.

Abstract

This paper analyses technological efforts of Brazilian industry, compared to a group of OECD countries. The main conclusions are: (a) technological efforts of Brazilian industry are lower than the efforts of OECD countries; (b) this is true for most industrial sectors; (c) this difference is higher in technology-intensive sectors: chemicals, electronics and computers; (d) the difference between Brazilian and OECD productive structure is also responsible for the relatively low technological effort of Brazilian industry; (e) there is a positive correlation between relative technological effort and commercial performance, and a negative correlation between relative technological effort and foreign control in operational revenue.

Introdução

O desenvolvimento de inovações já fora identificado como fator intrínseco ao sistema capitalista por autores como Marx e, posteriormente, Schumpeter. Na visão schumpeteriana, a economia capitalista se baseia em um processo contínuo de introdução e difusão de inovações, tais como surgimento ou aprimoramento de produtos e processos produtivos, novas fontes de matérias-primas, novas formas de organização da produção e criação ou expansão de mercados. As inovações são entendidas como resultado da busca dos agentes econômicos por lucros extraordinários, mediante a obtenção de vantagens competitivas geradas pela diferenciação em relação aos demais agentes.

Mais recentemente, os autores de tradição neo-schumpeteriana retomaram estas referências, considerando a existência de assimetrias entre firmas como fator essencial da dinâmica

^{*} Economista pela FEA-USP/RP, mestranda em Economia pelo IPE/FEA-USP: gzfucoloto@yahoo.com

^{**} Professor Doutor do Departamento de Economia da FEA-USP/RP: rtoneto@usp.br

econômica e da criação de vantagem competitiva pelas empresas. Como Schumpeter, consideram que a necessidade de diferenciação permanente faz parte do processo de concorrência em uma economia capitalista dinâmica. Deste modo, as firmas apresentam, em geral, performances tecnológicas desiguais e utilizam processos tecnicamente diferentes umas das outras. De modo mais abrangente, as diferenças internacionais nos níveis tecnológicos e na capacidade inovadora seriam um fator fundamental na explicação das desigualdades nos níveis e tendências das exportações, importações e renda de cada nação. Vale destacar também que, nesta abordagem, a tecnologia não é tratada como um bem disponível sem custos, que pode ser facilmente reproduzido pelas empresas: a difusão tecnológica exige investimentos de quem pretende absorvê-la.

Empiricamente, é válido mencionar alguns trabalhos de cunho neo-schumpeteriano que buscaram mostrar a importância da inovação tecnológica como determinante fundamental da competitividade econômica¹. Em um artigo clássico, Posner (1961) constatou que quando as empresas desenvolviam um novo produto, criavam um monopólio exportador em seu país de origem até a entrada de imitadores no mercado, sugerindo que a mudança técnica ocorrida em um país, e não originada nos demais, induz o comércio durante o período de tempo que leva para o restante do mundo imitar esta inovação. Similarmente, Freeman (1963, 1965, 1968) *apud* Tigre (2002), ao estudar a indústria de plásticos, concluiu que o progresso técnico leva à liderança na produção desta indústria, porque as patentes e os segredos comerciais dão ao inovador proteção por um certo período. Quando o produto inovador começa a ser imitado, fatores mais tradicionais de ajustamento e especialização passariam a determinar os fluxos comerciais. O autor também verificou que a liderança exportadora alemã no setor químico estava associada a pesados investimentos em P&D e que o domínio do mercado mundial de bens de capital eletrônicos pelos Estados Unidos derivava de sua liderança tecnológica no setor. Estes estudos o levaram a concluir que o hiato temporal entre inovadores e imitadores está positivamente relacionado à sustentação do fluxo de inovações pelos inovadores e à fragilidade das externalidades necessárias para inovar nos países imitadores.

No âmbito empresarial, pesquisas realizadas com dirigentes de empresas exportadoras sobre o papel da tecnologia na competitividade internacional mostraram que a diferenciação do produto é considerada um fator competitivo mais importante que o preço. Importadores europeus entrevistados nos anos 90 pelo *Science Policy Research Unit*, da Universidade de

Sussex, afirmaram que cerca de 60% de suas importações envolvem produtos considerados únicos, nos quais o preço não é o principal fator determinante [Tigre (2002)].

O trabalho de Posner (1961) permitiu o desenvolvimento de uma série de conceitos que se tornaram base para a teoria dos hiatos tecnológicos. Esta assume como hipótese que a tecnologia não é um bem disponível instantânea e universalmente sem custos, e portanto há vantagens em ser o primeiro a realizar uma inovação. A existência de hiatos tecnológicos entre as nações seria responsável pela exportação de novos produtos e serviços pelos países líderes, com características de preço e desempenho superiores aos concorrentes, enquanto os países menos desenvolvidos ficam restritos a um padrão de produção e exportação crescentemente obsoleto e não competitivo em termos tecnológicos.

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

A descrição acima representa os determinantes da competitividade internacional em um momento no tempo. Entretanto, de um ponto de vista dinâmico, as variáveis dependente e independente interagem entre si: os diferentes níveis de competitividade internacional afetam a evolução da organização industrial, a capacidade de inovação e imitação etc. É necessário ressaltar que a presença no mercado externo, enquanto estaticamente é determinada por hiatos tecnológicos, dinamicamente também influencia a adoção de novas tecnologias, dado que para manter-se competitivo e atuante internacionalmente, as empresas são estimuladas a adotar processos eficientes e/ou investir na inovação e no aprimoramento de seus produtos.

¹ Os conceitos e medidas de competitividade são bastante discutidos na literatura. Para maiores detalhes sobre esta questão, ver Haguenauer (1989). Nos trabalhos mencionados neste artigo, a medida de competitividade utilizada é o desempenho comercial / exportador.

Neste sentido, a participação no comércio exterior também estaria determinando a realização de aprimoramentos tecnológicos.

Diversos trabalhos empíricos procuraram explicar a competitividade setorial de acordo com o modelo dos hiatos tecnológicos apresentado anteriormente. Soete (1987), por exemplo, pôde verificar o papel crucial da variável tecnológica - mensurada por patentes - na explicação do desempenho exportador de 70% entre 40 setores avaliados, considerando uma amostra de 22 países da OCDE. Com exceção de setores intensivos em recursos naturais e daqueles nos quais as patentes não são um indicador tecnológico adequado, resultados estatisticamente significativos foram obtidos para todos os demais. O autor também avaliou a existência de correlação entre desempenho comercial e tecnológico (utilizando novamente dados de patentes como indicador) em 22 países, encontrando resultados positivos e significativos para até 12².

Apesar destas evidências teóricas e empíricas relacionadas à importância da inovação tecnológica, ela não recebeu atenção necessária ao longo da história do desenvolvimento econômico brasileiro. A falta de concorrência, associada ao protecionismo vigente durante o processo de substituição de importações, é considerada uma das responsáveis pelo baixo esforço inovador implementado pelas firmas nacionais, dado que este esforço não era condição necessária para viabilizar a sobrevivência empresarial em um mercado significativamente fechado³. Meyer-Stamer (1995) enfatiza que, durante este período, as firmas tentaram dominar tecnologias desenvolvidas no exterior, realizando apenas as melhorias necessárias para adaptá-las às próprias necessidades, o que não exige, por exemplo, significativa realização de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Entre as exceções encontradas, o autor destaca a indústria de aeronaves e a exploração de petróleo, nas quais foram implementados investimentos sistemáticos em P&D, além da atuação em cooperação com universidades e institutos de pesquisa. Vale ressaltar que estes setores não tiveram um comportamento diferenciado aleatoriamente, mas devido ao apoio de políticas públicas específicas.

A crise do processo de substituição de importações culminou na adoção de reformas econômico-institucionais a partir do final dos anos oitenta, essencialmente o processo de desregulamentação dos mercados, o programa de desestatização e a abertura comercial. A

² Breschi & Helg (1996) apresentaram um trabalho em parte similar ao realizado por Soete (1987), identificando uma correlação positiva e significativa entre as performances tecnológica e comercial na Suíça.

³ Nos países desenvolvidos e nas nações do Leste Asiático, a maior parte dos gastos em P&D é realizada pelas firmas, que em uma economia capitalista é a principal responsável pela geração de inovações. No Brasil, por

adoção destas reformas ocorreu baseada no argumento que, entre outros fatores, a concorrência com produtos importados seria suficiente para elevar a capacidade competitiva das empresas nacionais. Na realidade, foi possível observar um significativo aumento da produtividade, com redução de pessoal; maior eficiência do processo produtivo gerada por inovações organizacionais e melhoria dos sistemas de qualidade; terceirização de atividades; especialização da produção e também pelo crescimento da importação de insumos [Haguenauer (2001)].

Entretanto, o ajuste implementado pela indústria nacional continuou a não privilegiar o desenvolvimento tecnológico como forma de elevar a competitividade e superar as barreiras do subdesenvolvimento. Os programas de apoio ao setor industrial, voltados ao fortalecimento da indústria para enfrentar a liberalização das importações, não apresentaram resultados significativos. Cabe destacar o Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica da Indústria (PACTI), que previa incentivos fiscais e creditícios e o uso do poder de compra do Estado para estimular o desenvolvimento tecnológico nacional, e o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), voltado ao desenvolvimento e à difusão de novos métodos de gestão, infra-estrutura tecnológica e articulação institucional. Entre as razões do insucesso mencionam-se a constante instabilidade econômica, baixa propensão a investir das firmas, características estruturais do sistema científico brasileiro relacionadas aos incentivos fiscais à inovação, aos antagonismos entre as políticas tecnológicas explícita e implícita, entre outros [Meyer-Stamer (1995)]. Vale ressaltar que, ao longo da história brasileira, a falta de investimentos privados em inovação tecnológica sempre esteve associada à ausência de mecanismos permanentes de financiamento, uma questão até hoje não superada.

Considerando a importância da inovação tecnológica para o desenvolvimento econômico, demonstrada teórica e empiricamente, e a baixa propensão a investir em inovação das firmas brasileiras, observada historicamente, cabe perguntar: após mais de uma década do início da abertura comercial, a indústria nacional ainda pode ser considerada pouco inovadora, ou seja, ela direciona poucos recursos a atividades voltadas à geração e absorção de novas tecnologias? Caso a resposta seja afirmativa, este resultado é generalizado para todos os setores industriais, ou existem exceções, indústrias nas quais o Brasil pode ser considerado inovador? Responder a estas questões é o objetivo central deste artigo.

Esforço tecnológico da indústria de transformação: uma análise comparativa

outro lado, as empresas são responsáveis pelo menor percentual destes dispêndios que, ao se concentrarem predominantemente no setor público, minimizam a possibilidade de geração de inovações.

Para responder às questões colocadas acima, como variável representativa da inovação tecnológica foi escolhida uma medida de ‘esforço tecnológico’: a relação entre dispêndios em atividades internas de P&D⁴ e o valor da produção industrial. Sucintamente, os setores que despendem mais recursos em P&D, como proporção do valor de sua produção, apresentam um esforço tecnológico mais elevado. A variável escolhida tem, portanto, a capacidade de revelar a importância da atividade de pesquisa e desenvolvimento para cada indústria⁵.

Diversos trabalhos, como os mencionados anteriormente, utilizam como indicador de inovação tecnológica dados de patentes. Entretanto, estes dados não são significativos para diversos setores, nos quais grande parte das inovações não são patenteáveis. Os dispêndios em P&D, por outro lado, representam tanto o esforço realizado para a geração de produtos e processos inéditos no mercado quanto elevam a capacidade de absorção e aprendizado das firmas, aumentando a possibilidade de assimilarem, explorarem e aprimorarem os conhecimentos já existentes [Cohen & Levinthal (1989)], procedimentos fundamentais especialmente no caso de países que buscam se desenvolver tecnológica e economicamente. Além da habilidade para imitar e incrementar novos processos e produtos, a capacidade de absorção inclui a possibilidade de explorar conhecimentos externos, como os resultados de pesquisas básicas que servem de base para pesquisas aplicadas e desenvolvimento de produtos e processos.

Bell & Pavitt (1993) observam que, desde os anos setenta, diversos institutos de P&D em países do Leste Asiático se dedicaram ao aprendizado tecnológico. Institutos voltados ao desenvolvimento da indústria eletrônica em Taiwan, por exemplo, atuaram menos como geradores de novas tecnologias para a indústria e mais no sentido de adquirir tecnologias estrangeiras existentes, assimilá-las, treinar mão-de-obra para absorvê-las e posteriormente difundir tanto a tecnologia quanto o pessoal treinado pelas empresas. Procedimento similar também pode ser observado em Cingapura e na Coreia. Pavitt (2002) enfatiza que atividades de P&D cresceram rapidamente nos países que se desenvolveram inicialmente com base em imitações tecnológicas, como Japão, Coreia e Taiwan. Neste sentido, especialmente para países em desenvolvimento como o Brasil, as estatísticas de P&D parecem mais significativas como indicador de inovação tecnológica do que os dados de patentes.

Para verificarmos se a indústria de transformação brasileira pode ser considerada pouco inovadora, seu esforço tecnológico será comparado ao esforço industrial realizado por um grupo de 19 países da OCDE, que inclui desde as grandes economias mundiais, como EUA,

⁴ Realizadas pelas próprias firmas, excluindo P&D adquirida externamente por estas firmas.

⁵ Pela indisponibilidade de estatísticas, este estudo está concentrado nos setores da indústria de transformação.

Japão e Alemanha, a países menos desenvolvidos, como Polônia e República Tcheca. Esta comparação será realizada tanto para o total da indústria de transformação quanto para os setores que a compõem. Será possível observar a performance brasileira em relação a um grupo de países que se destaca entre os principais geradores e difusores de inovação mundiais e, portanto, podem ser considerados uma referência adequada.

Devido à heterogeneidade observada no esforço tecnológico realizado pela indústria de transformação dos países da OCDE, optou-se por subdividir estes países em três grupos. O grupo um inclui os países que apresentaram elevado esforço tecnológico industrial, acima de 2.4%: Estados Unidos, Japão, Alemanha, Finlândia, França e Suécia. O grupo dois engloba os países que realizaram esforço intermediário, entre 1.2% e 2.4%: Austrália, Bélgica, Coréia do Sul, Dinamarca, Países Baixos e Reino Unido. Já o grupo três contém os países com menor esforço tecnológico, abaixo de 1.2%: Canadá, Espanha, Irlanda, Itália, Noruega, Polônia e República Tcheca⁶. Em média, a relação entre dispêndios em P&D e valor da produção industrial dos dezenove países selecionados foi 1.8%.

Para completar a compreensão sobre o esforço tecnológico relativo da indústria de transformação nacional, faz-se também necessário realizar uma comparação entre a estrutura produtiva industrial brasileira e a observada nos países selecionados. Se, por exemplo, os setores que comumente apresentam os esforços tecnológicos mais elevados – setores intensivos em tecnologia – possuem, no Brasil, uma participação na produção industrial inferior à observada nas nações utilizadas como referência, esta diferença estará limitando, comparativamente, o esforço tecnológico observado na indústria de transformação nacional. Isto é válido mesmo que, individualmente, todos os setores industriais apresentem esforço tecnológico semelhante ao verificado nos demais países.

Em resumo, será possível averiguar, segundo os critérios especificados, se a indústria brasileira pode ser considerada pouco inovadora e, em caso afirmativo, se a responsabilidade deste resultado vem do limitado esforço tecnológico implementado por todos os setores; da discrepância entre o esforço nacional e estrangeiro em um determinado grupo de indústrias, não compensada pelo comportamento mais inovador que porventura seja observado nos demais setores; e/ou da diferença entre a estrutura produtiva brasileira e internacional.

As estatísticas brasileiras, tanto os dispêndios em atividades internas de P&D quanto o valor da produção industrial, foram divulgadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), respectivamente pela Pesquisa Industrial – Inovação Tecnológica (PINTEC) e

⁶ Neste grupo, merece ser destacado o desempenho de Canadá e Noruega, cujos esforços tecnológicos em ambos os casos foram de 1.17%, ou seja, na fronteira com o grupo dois.

Pesquisa Industrial Anual (PIA), e referem-se ao ano 2000. As estatísticas internacionais foram divulgadas pela OCDE: os dispêndios em P&D fazem parte da publicação “*R&D expenditures in industry 1987-2000*”, divulgada em 2002, enquanto os dados de produção industrial são divulgados na publicação “*Structural statistics for industry and services – production data*”. Para a maior parte dos países foram utilizadas estatísticas do ano 2000, entretanto pela indisponibilidade de dados, em alguns casos foi necessário recorrer ao ano de 1999. As estatísticas internacionais foram publicadas segundo a *International Standard Industrial Classification* (ISIC revisão 3); no caso brasileiro, os dados nacionais foram divulgados de acordo com a Classificação Nacional das Atividades Econômicas, classificação nacional elaborada com base na ISIC revisão 3, sendo similar a ela. Destarte, os dados brasileiros e internacionais são perfeitamente comparáveis.

Tabela 1

GRUPOS SETORIAIS	Dispêndio em atividades internas de P&D / produção industrial (2000)					
	Brasil	Grupos de países da OCDE				Brasil / Média da OCDE
		Média	1 - esforço elevado	2 - esforço inter-mediário	3 - esforço reduzido	
INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	0,67%	1,82%	3,14%	1,75%	0,74%	37,1%
Ind. Transform. excluindo petróleo	0,59%	1,82%	3,14%	1,75%	0,74%	32,7%
Produtos alimentícios, bebidas e fumo (1)	0,24%	0,31%	0,46%	0,41%	0,14%	78,1%
Têxteis, confecção, couro e calçados	0,26%	0,42%	0,63%	0,34%	0,32%	61,0%
Produtos de madeira (2)	0,20%	0,17%	0,32%	0,11%	0,08%	116,2%
Celulose e papel (3)	0,36%	0,33%	0,61%	0,25%	0,19%	106,7%
Celulose, papel e editoração (4)	0,23%	0,27%	0,50%	0,18%	0,12%	84,7%
Refino de petróleo e outros (5)	0,93%	0,45%	0,65%	0,35%	0,32%	205,5%
Produtos químicos	0,70%	3,96%	6,08%	4,92%	1,32%	17,7%
- Prod. químicos excl. farmacêuticos (6)	0,66%	1,97%	2,92%	2,32%	0,73%	33,3%
- Produtos farmacêuticos (6)	0,93%	10,03%	14,02%	12,05%	4,37%	9,3%
Artigos de borracha e plástico	0,38%	1,00%	1,63%	0,91%	0,54%	38,0%
Produtos de minerais não-metálicos	0,29%	0,61%	1,05%	0,49%	0,28%	47,3%
Metalurgia básica (7)	0,40%	0,70%	0,99%	0,74%	0,41%	57,9%
- Produtos siderúrgicos (8)	0,44%	0,65%	0,96%	0,72%	0,28%	67,8%
- Metais não ferrosos e fundição (8)	0,33%	0,70%	1,07%	0,40%	0,52%	47,4%
Produtos de metal	0,35%	0,46%	0,70%	0,40%	0,29%	76,3%
Máquinas e equipamentos (4)	1,20%	1,98%	2,59%	2,19%	1,16%	60,3%
Informática	1,33%	4,28%	5,57%	5,55%	2,08%	31,2%
Materiais elétricos	1,82%	2,23%	3,75%	2,10%	1,04%	81,6%
Material eletrônico/comunicações (9)	1,73%	7,57%	8,03%	7,04%	7,54%	22,8%
Instrumentação (10)	1,85%	4,94%	8,70%	4,64%	1,44%	37,4%
Veículos automotores	0,99%	2,23%	3,64%	1,67%	1,51%	44,4%
Outros equipamentos de transporte	2,80%	4,17%	6,72%	2,78%	3,18%	67,0%
- Aeronaves (11)	8,00%*	7,96%	9,73%	5,68%	8,56%	100,5%
Móveis e indústrias diversas (12)	0,33%	0,51%	0,80%	0,51%	0,21%	65,9%

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

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

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

A tabela acima apresenta o esforço tecnológico dos setores da indústria de transformação realizado pelo Brasil e pelos três grupos de países da OCDE. A última coluna apresenta uma medida de esforço tecnológico relativo: a relação entre o esforço realizado pelas indústrias brasileiras e o esforço médio implementado pelas indústrias dos países selecionados.

O esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira, 0.67%, representa apenas 37.1% do esforço realizado, em média, pelos países selecionados. As exceções ficam por conta de petróleo, aeronaves, madeira e celulose e papel, setores nos quais o desempenho nacional se destaca positivamente em relação ao observado nos países selecionados.

No caso de petróleo, vale advertir que os dispêndios nacionais se direcionam à extração do produto, segmento no qual a capacidade produtiva brasileira é internacionalmente reconhecida. Os dispêndios em P&D voltados à extração de petróleo aparecem nas estatísticas da indústria de transformação porque os indicadores de inovação referentes às empresas que extraem e refinam o produto foram, de modo geral, classificadas pela PINTEC exclusivamente no setor de refino, por esta ser sua principal atividade produtiva. Portanto, a comparação com indicadores internacionais, neste caso, torna-se limitada. Se os valores do setor fossem totalmente excluídos da amostra, o esforço tecnológico da indústria de transformação se reduziria para 0.59%.

Quanto ao setor de aeronaves, outra ressalva deve ser mencionada. O dado nacional apresentado na tabela refere-se aos dispêndios realizados pela Embraer [Bernardes (2000)], enquanto as estatísticas internacionais referem-se ao setor como um todo⁷. Apesar disto, é um dos setores nos quais o Brasil apresenta melhor desempenho. Este resultado não ocorre aleatoriamente, mas é fruto, inicialmente, da política de incentivos direcionada ao setor desde a fundação da empresa, nos anos setenta. Diferentemente do ocorrido em grande parte dos setores nacionais - nos quais as firmas buscaram essencialmente dominar tecnologias desenvolvidas externamente - a Embraer apresentou, desde o início, uma preocupação com sua capacidade inovadora, fundamentando-se na constante busca por autonomia tecnológica [Bernardes (2000)]. O padrão de excelência tecnológica foi mantido após a sua privatização, sendo um fator essencial na recuperação econômica e financeira da empresa ao viabilizar a implementação de projetos bem-sucedidos. Especificamente, cabe destacar que no Canadá, país em que se encontra a Bombardier - empresa que se destaca internacionalmente como

concorrente da Embraer – a relação entre gastos em P&D e valor da produção industrial foi de 6.2%. Como resultado, atualmente o setor de aeronaves, apesar de depender da importação de componentes, vem apresentando significativos superávits comerciais.

No caso da cadeia de produção ‘madeira, celulose e papel’, a positiva performance tecnológica está diretamente relacionada ao fortalecimento da indústria nacional de celulose fibra curta de eucalipto, que vem apresentando crescente capacidade competitiva e desempenho no comércio exterior. Esta competitividade internacional é revelada pela participação das exportações brasileiras no total mundial e pelos significativos saldos comerciais gerados pelo setor, como demonstraremos com mais detalhe posteriormente. Novamente, este resultado reflete investimentos históricos realizados pelo setor. Já no início dos anos cinquenta, técnicos da S/A Indústrias Reunidas Francisco Matarazzo conseguiram produzir papel para escrever com celulose de eucalipto. O sucesso do experimento levou algumas empresas a pesquisarem o processo industrial de produção de celulose de eucalipto em grande escala e sua aplicabilidade para a produção de papel de escrever de boa qualidade. O êxito das pesquisas com o eucalipto permitiu a ampliação da produção de celulose no Brasil. Merece destaque o papel de algumas companhias da época, como Panamericana Têxtil, Suzano e Papel Simão, que realizaram investimentos em laboratórios nacionais e no exterior para garantir um produto similar ao papel fabricado com celulose fibra longa.

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

O tempo de maturação de uma árvore, do seu plantio ao corte, representa um claro diferencial de custos na produção de celulose: enquanto o eucalipto brasileiro pode ser cortado em sete anos, o eucalipto da Península Ibérica e do Chile tem uma maturação de 11 a 12 anos e os pinheiros do norte da Europa, de 30 a 40 anos. Em consequência, o Brasil apresenta atualmente o menor custo produtivo do mundo⁸. Este resultado não é somente fruto da benignidade da natureza com o território nacional, mas também decorre das pesquisas que

⁷ A PINTEC divulgou apenas os dados do setor ‘outros equipamentos de transporte’, que inclui, além de aeronaves, motocicletas, indústria naval e veículos ferroviários.

⁸ As grandes empresas integradas do Hemisfério Norte são extremamente competitivas da produção de celulose até a fabricação e comercialização de papéis. Entretanto, possuem desvantagem nas etapas iniciais da cadeia produtiva, basicamente na fase de plantação de florestas homogêneas e na logística.

viabilizaram a produção de papel de qualidade com base em celulose de eucalipto, e posteriormente, dos aprimoramentos que permitiram o alcance desta elevada produtividade. No Brasil, a logística de transporte da matéria prima até a fábrica também é considerada eficiente, colaborando na consolidação da vantagem competitiva do setor. As vantagens nacionais na plantação florestal são atenuadas pelos custos relacionados ao financiamento, além dos custos energéticos e químicos, nos quais estamos em desvantagem em relação aos concorrentes internacionais.

As empresas brasileiras têm realizado investimentos para intensificar as vantagens naturais existentes atualmente, através da implementação de parcerias com a Embrapa, por exemplo no projeto de investimento no preparo de mudas com auxílio da biotecnologia. Inovações relacionadas à adoção de processos produtivos menos danosos ao meio ambiente, como os sistemas de branqueamento livres de cloro elementar, também foram significativamente adotadas nos anos noventa. Entre os grandes projetos existentes atualmente entre a iniciativa privada e Universidades, cabe destacar o seqüenciamento do genoma do eucalipto e criação de eucaliptos mais resistentes e adequados a diferentes plantações.

Entretanto, apesar do esforço tecnológico brasileiro ser superior ao esforço médio realizado pelos países selecionados, ele é inferior ao implementado pelas nações do grupo um, que inclui grandes produtores mundiais do setor. Entre os sete principais produtores mundiais de celulose, o maior esforço tecnológico é realizado pela Suécia (1.35%), seguido por Finlândia (0.47%), Brasil (0.36%) e Canadá (0.30%)⁹. Vale ressaltar que, no caso brasileiro, este resultado pode ser consequência da concentração de pesquisas no aprimoramento da celulose de eucalipto, enquanto os demais países dedicam-se ao incremento da cadeia como um todo: EUA, Japão, Canadá, China, Suécia, Finlândia e Brasil são os sete maiores produtores mundiais de celulose, mas destes países, apenas o Brasil não se encontra entre os sete maiores produtores mundiais de papel¹⁰. Considerando conjuntamente ‘celulose, papel e editoração’, para o qual há informações para todos os países da amostra, com exceção do Canadá, a relação entre dispêndios em P&D e valor da produção industrial é um pouco inferior à média da OCDE. Em comparação aos maiores fabricantes de celulose, o esforço brasileiro (0.23%) é o menor: EUA (1.10%), Japão (0.41%), Suécia (0.84%) e Finlândia (0.39%).

Com exceção dos setores mencionados, em todos os demais o esforço realizado foi inferior à média dos países selecionados. Contudo, em algumas indústrias esta discrepância foi mais

⁹ EUA e Japão só divulgaram dado conjunto para celulose, papel e editoração; a China não faz parte da base de dados utilizada.

¹⁰ Ano 2000.

significativa que em outras. Os destaques negativos ficam por conta dos setores químico, eletrônico e informática, nos quais a relação entre o Brasil e a média do OCDE foi de, respectivamente, 17.7%, 22.8% e 31.2%. Especificamente no caso de produtos farmacêuticos este percentual é ainda mais frágil, alcançando somente 9.3%.

Este resultado reflete o padrão internacional de produção vigente nestas indústrias. No caso do setor químico, ressalta-se a crescente internacionalização comercial e produtiva que vem ocorrendo especialmente a partir da abertura comercial nos anos noventa, deslocando a produção de *commodities* para os países em desenvolvimento, enquanto os produtos e processos mais sofisticados ficam concentrados em nações tecnologicamente avançadas. Este padrão produtivo é responsável pelos crescentes déficits comerciais observados nesta indústria no Brasil: as exportações de *commodities* compensam cada vez menos a crescente importação de bens não padronizados. Em geral, a indústria química nacional se concentra em etapas que adicionam pouco valor e em bens padronizados, enquanto as importações passaram a responder, após a abertura comercial, pelos produtos mais caros e diferenciados.

Em relação às indústrias eletrônica e de informática, parte significativa da produção se concentra em etapas produtivas básicas, de limitado valor adicionado, caracterizadas pela maciça importação de componentes ou *kits* fechados – nos quais já se encontra a principal parte do valor do produto final - que são apenas montados nacionalmente. Considerando que o valor dos produtos eletrônicos se concentra crescentemente nos componentes que o compõem, a montagem do bem final realizada em território nacional torna-se uma atividade de cada vez menos valor. Com a abertura comercial, a indústria de componentes nacional foi praticamente eliminada, sendo substituída por importações elevadas que são responsáveis pelos elevados déficits comerciais observados atualmente no setor.

Estas indústrias, que se destacam pela atuação predominante de firmas estrangeiras, tendem a concentrar as atividades de pesquisa nas nações de suas matrizes, ou próximas a ela [Erber (2001)]¹¹. No setor químico, por exemplo, como consequência da abertura econômica, várias empresas eliminaram seus departamentos de P&D no Brasil, agravando a distância em relação às inversões em pesquisa e desenvolvimento praticadas no exterior e aprofundando a dependência em relação às inovações geradas externamente. Todavia, esta situação é preocupante porque se trata das principais indústrias geradoras e difusoras do progresso técnico, nas quais são encontradas as maiores oportunidades tecnológicas e com possibilidade

¹¹ O controle estrangeiro na receita operacional líquida da indústria de transformação foi de 35%. Nos setores químico, eletrônico e informática este percentual alcançou, respectivamente, 48%, 59% e 45%; em contrapartida, no setor de celulose a participação estrangeira foi de 21%. [Moreira (1999), estatísticas de 1997].

de gerar externalidades para as demais. Vale ressaltar que, para alterar este quadro, diversos autores defendem a existência de políticas industriais específicas para estas indústrias, pois “por serem consideradas as atividades mais dinâmicas da economia, as indústrias de alta tecnologia acabam por merecer um papel privilegiado por parte do poder público, sob pena de comprometer o potencial de desenvolvimento econômico nacional” [Nassif (2002)]¹².

Apesar dos setores químico, eletrônico e informática apresentarem semelhanças que vão de um padrão produtivo que adiciona pouco valor a um limitado esforço tecnológico em relação aos países da OCDE, existem algumas diferenças significativas que devem ser mencionadas. Os extremos podem ser representados de um lado, pelo setor de informática e de outro, pelos produtos farmacêuticos.

No primeiro caso, é necessário mencionar o estímulo a investimentos em P&D criado pela Lei de Informática, pela qual as empresas dos setores de informática e equipamentos de telecomunicações têm redução no Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) superior a 70% ao aplicarem 5% do faturamento bruto obtido na venda de bens de informática e microeletrônica em atividades de P&D. Os recursos destinados à pesquisa e desenvolvimento como contrapartida aos benefícios da Lei de Informática vêm produzindo alguns frutos ao longo dos últimos anos. Entre outras iniciativas, cabe ressaltar a criação de centros de pesquisa como o Instituto Eldorado, o Instituto Genius e a Fitec, criados respectivamente pela Motorola, Gradiente e Lucent, a criação de centros de P&D, como o da Ericsson, e a assinatura de convênios com universidades e centros de pesquisa.

Já a indústria farmacêutica, nos anos noventa, não recebeu nenhum tipo de apoio governamental - ao menos até a promulgação da Lei dos Genéricos (1999). A redução das tarifas de importação de insumos e medicamentos prontos a quase zero acarretou na concentração da produção nas etapas de menor valor adicionado e no forte incremento das importações, que vêm substituindo em grande parte a produção interna¹³. As demais mudanças ocorridas no setor, como a liberalização dos preços dos medicamentos e a promulgação da Lei de Patentes (1996), não foram suficientes para estimular o desenvolvimento da indústria farmacêutica no Brasil. Portanto, diferentemente da indústria de

¹² Krugman (1993) *apud* Além (2000) também defende uma política industrial seletiva que privilegie os setores que geram externalidades, principalmente de cunho tecnológico.

¹³ De acordo com Frenkel (2002), a indústria farmacêutica atua em quatro estágios de desenvolvimento: 1) P&D, 2) produção de fármacos, 3) produção de especialidades farmacêuticas e 4) *marketing* e comercialização de especialidades farmacêuticas. Nos anos noventa, o movimento predominante nas filiais nacionais foi o de desativar suas produções locais de fármacos, passando a importá-los de suas matrizes. Diversas empresas passaram a importar também os medicamentos prontos, realizando somente a atividade comercial. No caso das firmas de capital nacional, a maior parte também atua somente nos terceiro e quarto estágios.

informática, o setor farmacêutico não recebeu nenhum incentivo direto para investir em atividades inovadoras como P&D. Apesar das duas indústrias ainda investirem proporcionalmente pouco em pesquisa e desenvolvimento, observa-se que esta discrepância é significativamente mais grave no setor farmacêutico.

Tabela 2

SETORES	Esforço tecnológico relativo: Brasil / países da OCDE		
	Brasil / grupo 1	Brasil / grupo 2	Brasil / grupo 3
INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	21,5%	38,5%	91,1%
Ind. Transform. excluindo petróleo	18,9%	33,9%	80,2%
Produtos alimentícios, bebidas e fumo (1)	53,0%	59,5%	168,8%
Têxteis, confecção, couro e calçados	41,3%	76,1%	80,3%
Produtos de madeira (2)	62,4%	184,5%	260,4%
Celulose e papel (3)	58,1%	141,4%	188,8%
Celulose, papel e editoração (4)	45,2%	126,8%	185,7%
Refino de petróleo e outros (5)	143,3%	269,2%	291,7%
Produtos químicos	11,5%	14,3%	53,2%
- Prod. químicos excl. farmacêuticos (6)	22,5%	28,3%	89,6%
- Produtos farmacêuticos (6)	6,7%	7,8%	21,4%
Artigos de borracha e plástico	23,3%	41,7%	70,7%
Produtos de minerais não-metálicos	27,3%	45,4%	101,5%
Metalurgia básica (7)	40,6%	54,2%	98,4%
- Produtos siderúrgicos (8)	45,7%	60,5%	155,8%
- Metais não ferrosos e fundição (8)	30,8%	81,7%	64,0%
Produtos de metal	49,5%	86,2%	119,8%
Máquinas e equipamentos (4)	46,2%	54,5%	102,7%
Informática	24,0%	24,0%	64,0%
Materiais elétricos	48,6%	86,8%	175,0%
Material eletrônico/comunicações (9)	21,5%	24,5%	22,9%
Instrumentação (10)	21,3%	39,8%	128,8%
Veículos automotores	27,3%	59,4%	65,7%
Outros equipamentos de transporte	41,6%	100,5%	88,1%
- Aeronaves (11)	82,2%	140,8%	93,4%
Móveis e indústrias diversas (12)	41,9%	65,5%	156,4%

Obs: ver notas apresentadas na tabela 1

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

A tabela 2 apresentada acima compara o esforço tecnológico nacional com o realizado pelos três grupos de países selecionados. Considerando a indústria de transformação, a relação entre dispêndios em P&D e produção industrial brasileira, de 0.67%, foi inferior à implementada por todos os grupos, que apresentaram percentuais de 3.14%, 1.75% e 0.74%. Nenhum setor brasileiro¹⁴ realizou esforço tecnológico mais elevado que a média do grupo um, do qual fazem parte as maiores economias mundiais. Neste caso, o melhor desempenho ficou com o setor de aeronaves, cujo esforço relativo alcançou 82.2%. Somente as indústrias de madeira;

¹⁴ Desconsiderando petróleo, por motivos citados.

celulose, papel e editoração; e outros equipamentos de transporte realizaram esforço superior à média dos países pertencentes ao grupo dois, pelas razões peculiares a estas indústrias discutidas acima. O melhor desempenho nacional é obtido na comparação com o grupo três, em que o esforço brasileiro é superior em diversos setores. Entretanto, se observarmos as indústrias eletrônica e farmacêutica, por exemplo, mesmo em relação a este grupo o desempenho brasileiro deixa muito a desejar. Em relação aos dezenove países da OCDE observados, o esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira no ano 2000 foi similar ou superior ao da Espanha (0.52%), Itália (0.60%), Polônia (0.27%) e República Tcheca (0.65%); excluindo petróleo, ficamos na frente apenas de Espanha e Polônia.

Com poucas exceções, todos os setores brasileiros realizaram um esforço tecnológico inferior à média dos países selecionados como referência. *Ceteris paribus*, todos têm sua ‘parcela de responsabilidade’ no fraco esforço observado para a indústria de transformação, alguns com mais destaque, como o químico e o eletrônico, por apresentarem comparativamente maior hiato tecnológico. A tabela 3 a seguir nos permitirá observar se esta performance pouco inovadora da indústria de transformação é potencializada pela estrutura produtiva nacional. Em geral, os setores intensivos em tecnologia, como farmacêuticos e eletrônicos, apresentam uma relação entre dispêndios em P&D e valor da produção industrial superior às demais indústrias. Assim sendo, se estes setores forem menos representativos na indústria de transformação brasileira do que nos países da OCDE, esta baixa participação estará contribuindo para a redução do esforço tecnológico agregado, mesmo se o esforço tecnológico relativo entre Brasil e demais países fosse idêntico para cada setor individualmente.

Observando a tabela a seguir, será possível verificar que existe realmente uma diferença entre a estrutura produtiva brasileira e a observada nos grupos de países da OCDE¹⁵. Se considerarmos, por exemplo, os cinco setores nos quais os países de referência (média) realizaram maior esforço tecnológico – farmacêutico, aeronaves, eletrônicos, instrumentação e informática – observa-se que representam 14.2% do valor da produção de sua indústria de transformação, contra apenas 9.4% no caso brasileiro. Por outro lado, os cinco setores com maior esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira – aeronaves, instrumentação, materiais elétricos, eletrônicos e informática – representam 9.8% do total produzido nacionalmente. Já setores tradicionais, como a indústria de alimentos e bebidas, têxteis, confecções, couro e calçados, enquanto representam 26.0% da produção industrial nacional, alcançam somente 20.3% da produção média dos países da OCDE.

¹⁵ Para todos os grupos de países da OCDE, a soma da participação dos setores industriais difere de 100% devido à inexistência de dados de algumas indústrias para determinados países, como indicado na tabela.

Estas diferenças são acentuadas quando observamos apenas os percentuais relativos ao grupo um, no qual os setores intensivos em tecnologia mencionados tem um peso ainda mais significativo, em detrimento dos setores tradicionais. Entretanto, mesmo no grupo três – cujo padrão produtivo é o que em geral mais se assemelha ao brasileiro – é possível observar uma participação mais elevada dos setores tecnologicamente intensivos e menos significativa das indústrias tradicionais mencionadas que no Brasil.

Tabela 3

GRUPOS SETORIAIS	Estrutura produtiva da indústria de transformação (participação média em 2000)					
	Brasil	Grupos de países da OCDE				Brasil / Média da OCDE
		Média	1 - esforço elevado	2 - esforço intermediário	3 - esforço reduzido	
INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO (1)	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	-
Produtos alimentícios, bebidas e fumo	18,9%	16,3%	11,0%	18,4%	17,5%	116,0%
Têxteis, confecção, couro e calçados	7,1%	4,0%	2,7%	4,4%	4,9%	175,7%
Produtos de madeira	1,1%	2,6%	2,8%	1,9%	3,1%	40,6%
Celulose e papel	3,7%	4,2%	6,0%	3,8%	3,0%	88,9%
Celulose, papel e editoração (2)	6,7%	8,9%	10,2%	8,5%	7,8%	75,7%
Refino de petróleo e outros (3)	8,7%	5,1%	3,9%	5,6%	6,3%	168,5%
Produtos químicos	13,6%	10,3%	9,3%	11,7%	10,0%	132,3%
- Prod. químicos excl. farmacêuticos (4)	11,4%	7,9%	6,5%	8,9%	8,3%	145,7%
- Produtos farmacêuticos (4)	2,2%	2,7%	2,8%	3,2%	2,2%	81,5%
Artigos de borracha e plástico	4,4%	3,7%	3,8%	3,8%	3,4%	118,9%
Produtos de minerais não-metálicos (2)	3,2%	3,6%	2,7%	3,7%	4,4%	91,1%
Metalurgia básica (5)	6,5%	5,2%	5,1%	4,8%	5,5%	126,2%
- Produtos siderúrgicos (6)	4,4%	3,4%	3,4%	3,7%	3,3%	129,7%
- Metais não ferrosos e fundição (6)	2,1%	1,9%	1,7%	1,7%	2,2%	110,7%
Produtos de metal	3,2%	6,0%	6,1%	6,1%	5,8%	52,9%
Máquinas e equipamentos (2)	5,2%	7,9%	10,0%	7,2%	6,6%	65,7%
Informática	1,5%	2,3%	1,8%	1,8%	3,3%	64,0%
Materiais elétricos	2,6%	3,4%	4,0%	3,0%	3,3%	75,6%
Material eletrônico/comunicações (7)	4,1%	5,9%	9,7%	5,6%	2,9%	69,0%
Instrumentação, cronômetros e relógios (8)	0,7%	2,0%	2,6%	1,6%	1,8%	34,5%
Veículos automotores	8,6%	9,2%	12,6%	6,8%	8,4%	93,5%
Outros equipamentos de transporte	1,7%	3,1%	2,7%	2,7%	3,8%	54,6%
- Aeronaves (9)	1,0%	1,2%	1,6%	1,0%	1,0%	79,4%
Móveis e indústrias diversas	2,2%	2,9%	2,4%	3,0%	3,4%	76,1%
Farmacêuticos, informática, eletrônicos, instrumentação e aeronaves	9,4%	14,2%	18,5%	13,2%	11,1%	-
Indústria de alimentos, bebidas e fumo, têxteis, confecção, couro e calçados	26,0%	20,3%	13,7%	22,8%	22,3%	-

*nem todos os grupos apresentam somatória equivalente a 100% devido à inexistência de dados de alguns setores para determinados países.

Fonte: produção industrial internacional - OCDE/Structural statistics for industry and services-production data; produção industrial brasileira - IBGE/PIA.

Alguns cálculos foram realizados visando verificar a importância da estrutura produtiva e do esforço tecnológico no desempenho inovador da indústria de transformação. Se o esforço tecnológico brasileiro de cada setor fosse mantido, mas nossa estrutura produtiva se igualasse à dos países do grupo um (esforço elevado) da OCDE, a relação entre dispêndios em P&D e valor da produção industrial passaria de 0.67% para 0.87%. Similarmente, se multiplicarmos

o esforço tecnológico brasileiro pela estrutura industrial média da OCDE, o esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira chegaria a 0.78%. No entanto, se a distribuição setorial da produção brasileira não sofresse alteração, mas o esforço tecnológico de cada setor se igualasse ao realizado pelos países do grupo um, a relação entre dispêndios em P&D e valor da produção da indústria de transformação alcançaria 2.7%. Se, por outro lado, adotássemos o esforço tecnológico realizado pela média dos países da OCDE, mantendo nossa estrutura produtiva, o esforço realizado pela indústria de transformação brasileira atingiria 1.7%. Portanto, pode-se concluir que, o baixo esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira tem maior relação com o esforço comparativamente limitado realizado pelos setores em geral, em especial pelos intensivos em tecnologia, do que com a estrutura produtiva nacional.

Esforço tecnológico comparativo: relação com indicadores selecionados

O esforço tecnológico relativo pode ser relacionado com outras variáveis econômicas. Neste tópico, de acordo com o discutido até o momento, optou-se por verificar se este indicador está correlacionado com duas outras variáveis: presença estrangeira na receita operacional setorial e desempenho comercial. Como sugerido anteriormente, os setores que apresentam melhor esforço tecnológico (relativo aos países selecionados como referência) se caracterizam, de modo geral, por uma menor participação do controle estrangeiro na receita operacional líquida. A tabela 4 apresenta estas duas variáveis para alguns setores da indústria de transformação:

Tabela 4

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

* Receita Operacional Líquida; **Não inclui editoração

Fonte: Moreira (1999), IBGE/PINTEC E IBGE/PIA

Os dados indicam que, em geral, quanto maior o controle estrangeiro em um determinado setor, menor o esforço tecnológico relativo por ele realizado. Isto ocorre, como sugerido anteriormente, porque as multinacionais tendem a concentrar suas atividades de pesquisa, assim como suas atividades produtivas mais sofisticadas, em seus países-sede. A produção de bens pouco sofisticados nas nações em desenvolvimento não exige que sejam realizados nestes países atividades de P&D. Por outro lado, setores com predomínio de empresas locais acabam desenvolvendo localmente as pesquisas necessárias para seu desenvolvimento tecnológico. Com base nos dados da tabela 4, a correlação entre estas variáveis, mensurada pelo coeficiente de Spearman, foi de -0.57 , significativo a 5%.

Por outro lado, a relação entre desempenho tecnológico e comercial já foi constatada teórica e empiricamente. Também é possível identificar a relação entre estas variáveis para o caso brasileiro. Por razões já consideradas, o indicador de inovação, ao invés de patentes, será o esforço tecnológico comparativo entre o Brasil e a média dos países da OCDE. Como medida de competitividade, será utilizada tanto a participação das exportações brasileiras nas exportações mundiais como um indicador de vantagem comparativa revelada relacionado ao saldo comercial, obtida pela fórmula: $[(X_i - M_i) / (X_i + M_i)]$, na qual X_i e M_i equivalem, respectivamente, às exportações e importações do setor i . Neste caso, considera-se que o setor possui vantagens competitivas nos setores em que este indicador é superior a zero, ou seja, quando há saldos comerciais positivos. E quanto maior este saldo em relação ao total comercializado, mais elevada é esta vantagem.

O objetivo será somente verificar se nos setores nos quais nosso desempenho tecnológico é comparativamente melhor são os mesmos nos quais nosso desempenho comercial também é mais significativo. Ou seja, iremos avaliar se existe uma correlação entre performance tecnológica e exportadora. Ressalta-se que será somente apresentada a correlação existente entre estas variáveis, sem entretanto estabelecer uma relação de causalidade entre ambas.

Tabela 5

SETORES	Esforço tecnológico relativo: Brasil / média OCDE (2000)	Participação das exportações brasileiras nas exportações mundiais (média 2000-2001)	Vantagem comparativa revelada (VCR)* (média 2000-2001)
INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	37,1%	1,02%	-0,03
Produtos alimentícios, bebidas e fumo	78,1%	3,30%	0,66
Têxteis, confecção, couro e calçados	61,0%	1,09%	0,58
Produtos de madeira	116,2%	2,78%	0,91
Celulose, papel e editoração (2)	84,7%	2,18%	0,43
- Celulose e outras pastas	*	7,62%	0,73
- Papel e produtos de papel	*	1,05%	0,13
Refino de petróleo e outros (3)	205,5%	1,31%	-0,58
Produtos químicos	17,7%	0,70%	-0,50
- Prod. químicos excl. farmacêuticos (7)	33,3%	0,84%	*
- Produtos farmacêuticos (7)	9,3%	0,25%	*
Artigos de borracha e plástico	38,0%	0,80%	-0,15
Produtos de minerais não-metálicos (2)	47,3%	1,04%	0,33
Metalurgia básica (4)	57,9%	2,43%	0,48
- Produtos siderúrgicos (5)	67,8%	3,17%	0,65
- Metais não ferrosos e fundição (5)	47,4%	1,72%	0,25
Produtos de metal	76,3%	0,67%	-0,12
Máquinas e equipamentos (2)	60,3%	0,78%	-0,35
Instrumentação	37,4%	0,31%	-0,70
Informática	31,2%	0,15%	-0,62
Materiais elétricos	81,6%	0,36%	-0,54
Material eletrônico / comunicações	22,8%	0,40%	-0,45
Veículos automotores	44,4%	0,87%	0,10
Outros equipamentos de transporte	67,0%	2,32%	0,30
- Aeronaves (9)	100,5%	3,67%	0,35
Móveis e indústrias diversas	65,9%	0,47%	0,55

*VCR = $(X_i - M_i) / (X_i + M_i)$; X_i = exportações do setor i, M_i = importações do setor i; Brasil

Obs: a participação das exportações brasileiras no total mundial foi elaborada com base nos dados de produtos a três dígitos da ONU; o indicador de VCR foi elaborado com base na classificação setorial de exportações e importações elaborada pela equipe do BNDES.

Fonte: ONU e MDIC

Pela tabela acima, é possível observar que a participação brasileira nas exportações mundiais se destaca nos setores de celulose; produtos alimentícios, bebidas e fumo; aeronaves; produtos siderúrgicos e produtos de madeira¹⁶. Estes setores também estão entre os que apresentaram significativos saldos comerciais. Vale destacar que entre os setores considerados intensivos em tecnologia - eletroeletrônico, químico, informática e aeronaves – apenas no último o Brasil apresenta desempenho comercial positivo. Nos demais, além de uma fraca participação nas exportações mundiais (mesmo em relação ao desempenho dos demais setores brasileiros), o país apresenta significativos déficits comerciais, representados pelo sinal negativo no indicador de vantagens comparativas reveladas.

Os testes de correlação, relacionando o esforço tecnológico comparativo (coluna dois) tanto com o desempenho nas exportações mundiais (coluna três) quanto com o indicador de

vantagens comparativas reveladas (coluna quatro), foram positivos e significativos a 1%. O coeficiente de correlação de Spearman, no primeiro caso, alcançou 0.61 e no segundo, 0.64.

Conclusões

O artigo nos permite responder às questões propostas inicialmente e chegar a algumas conclusões gerais. Primeiramente, é possível destacar que, em relação ao grupo de países selecionados, a indústria de transformação brasileira ainda direciona um percentual limitado de recursos para pesquisa e desenvolvimento. Portanto, apesar das transformações econômicas e institucionais implementadas aproximadamente ao longo dos últimos quinze anos no Brasil, a importância da inovação tecnológica para a geração de competitividade e desenvolvimento ainda não foi incorporada à realidade produtiva nacional.

O esforço tecnológico pode ser considerado limitado, em relação aos países de referência, em praticamente todos os setores industriais, sendo que petróleo, aeronaves e celulose despontam como exceções. Por outro lado, as indústrias química, eletrônica e informática se destacam pelo pior desempenho comparativo. Este resultado é um preocupante indicador do atraso tecnológico nacional, dado que estas indústrias são as que apresentam maiores condições de gerar e difundir externalidades para as demais. Ao apresentarem severas fragilidades produtivas e tecnológicas, comprometem o desenvolvimento de toda a economia.

O baixo esforço tecnológico realizado pela indústria de transformação é determinado majoritariamente pela frágil performance apresentada pela maior parte dos setores industriais. Entretanto, a estrutura produtiva nacional também tem uma parcela de responsabilidade neste desempenho. Em comparação às nações selecionadas, os setores tradicionais, como produtos alimentícios, bebidas, fumo, produtos têxteis, confecção, couro e calçados têm uma participação mais elevada no valor da produção nacional; o oposto é válido para os setores intensivos em tecnologia. Esta diferença acentua a discrepância entre o esforço tecnológico da indústria brasileira e dos países selecionados.

Por último, é válido ressaltar a identificação de correlação negativa entre o esforço tecnológico brasileiro – em comparação aos países da OCDE – e a presença estrangeira na indústria de transformação. Ou seja, quanto maior o controle estrangeiro em um determinado setor, menor tende a ser o esforço tecnológico comparativo realizado nacionalmente. Por outro lado, foi possível identificar uma correlação positiva entre desempenho comercial e tecnológico para o Brasil, confirmando o que tem sido sugerido por diversos estudos teóricos

¹⁶ As exportações brasileiras também se destacam especificamente no setor de couro e calçados, alcançando 4.2% do total mundial.

e empíricos, especialmente de cunhagem neo-schumpeteriana. Portanto, a participação setorial das exportações no total mundial e os saldos comerciais gerados são mais elevados, em geral, nos setores em que o esforço tecnológico relativo é mais significativo.

Bibliografia

- ALÉM, A. C. (2000) Promoção às exportações: o que tem sido feito nos países da OCDE? *Revista do BNDES*, vol.7, n. 14, pp. 229-252, Rio de Janeiro, dezembro.
- BELL, M. & PAVITT, K. (1993). Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and corporate change*, vol 2, n 2, Oxford University Press, pp. 157-210.
- BERNARDES, R. (2000). O caso Embraer - privatização e transformação da gestão empresarial: dos imperativos tecnológicos à focalização no mercado. In: *Cadernos de Gestão Tecnológica*, n. 46, www.fia.usp.br/pgtusp/.
- BRESCHI, S. & HELG, R. (1996). Technological change and international competitiveness: the case of Switzerland. *Liuc Papers* n. 31, serie Economia e Impresa 7, junho.
- COHEN, W. & LEVINTHAL, D. (1989). Innovation and learning: the two faces of R&D. *The Economic Journal*, pp. 569-596, setembro.
- DOSI, G.; PAVITT, K. & SOETE, L. (1990). The economics of technical change and international trade. London: Harvester Wheatsheaf.
- ERBER, F. (2001). O padrão de desenvolvimento industrial e tecnológico e o futuro da indústria brasileira. *Revista de Economia Contemporânea*, vol. 5, edição especial: o futuro da indústria, Rio de Janeiro.
- FONSECA, M.G.D. (2003). Cadeia: papel e celulose. In: *Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio*. COUTINHO, L. et alli (orgs). Campinas, fevereiro.
- FRENKEL, J. (2002). Cadeia: petroquímica. In: *Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio*. COUTINHO, L. et alli (orgs). Campinas, dezembro.
- HAGUENAUER, L. (1989). Competitividade: conceitos e medidas – uma resenha da bibliografia com ênfase no caso brasileiro. IE – UFRJ, texto para discussão n. 211, agosto.

- _____. (2001). Evolução das cadeias produtivas brasileiras na década de noventa. TD 786, IPEA, Rio de Janeiro, abril.
- JUVENAL, T. & MATTOS, R. (2002). O setor de papel e celulose. *BNDES 50 anos – Histórias Setoriais*. BNDES, Rio de Janeiro.
- MEYER-STAMER, J. (1995). New departures for technology in Brazil. *Science and Public Policy*, vol. 22, N. 5, pp. 295-304, outubro.
- MOREIRA, M. M. (1999). Estrangeiros em uma economia aberta: impactos recentes sobre a produtividade, a concentração e o comércio exterior. In: GIAMBIAGI, F. MOREIRA, M. (org.) *A economia brasileira nos anos noventa*. Livro do BNDES, Rio de Janeiro, outubro.
- NASSIF, A.L. (2002) Política industrial após a liberalização do comércio exterior: o debate teórico contemporâneo. *Revista do BNDES*, vol.9, n. 17, pp. 23-74, Rio de Janeiro, junho.
- PAVIT, K. (1984). Sectors Patterns of Technical Change: toward a taxonomy and theory. *Research Policy*, vol 13, n.6, pp 343-373.
- _____. (2002). Knowledge about knowledge since Nelson & Winter: a mixed record. *Electronic Working Paper Series*, paper n. 83, Science and Technology Policy Research (SPRU), junho.
- POSNER, M.V. (1961). International Trade and Technical Change. *Oxford Economic Papers*, vol.13, pp. 323-341, outubro.
- SOETE, L. (1987). The impact of technological innovation on international trade patterns: the evidence reconsidered. *Research Policy*, vol.16, n.3-5, pp 101-130, Julho.
- TIGRE, P.B. (2002) Papel da política tecnológica na promoção de exportações. IE/UFRJ, março.