

ESFORÇO TECNOLÓGICO DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA UMA COMPARAÇÃO COM PAÍSES SELECIONADOS*

*Graziela Ferrero Zucoloto***

*Rudinei Toneto Júnior****

RESUMO O artigo analisa o esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira, em comparação a um grupo de países da OECD. As principais conclusões são: (a) o esforço tecnológico industrial nacional é limitado em comparação ao realizado pelos países selecionados; (b) essa *performance* é válida para a maior parte dos setores nacionais; (c) essa 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 líquida.

Palavras-chave: esforço tecnológico; P&D; competitividade; setores industriais
Código JEL: 030

TECHNICAL EFFORTS OF THE BRAZILIAN TRANSFORMATION INDUSTRY: A COMPARISON WITH A GROUP OF OECD COUNTRIES

ABSTRACT This paper analyses technological efforts of Brazilian industry in comparison with a group of OECD countries. The main conclusions are: (a) technological effort of Brazilian industry are lower than the effort implemented in

* Artigo recebido em 24 de maio de 2004 e aprovado em 4 de maio de 2005.

** Professor doutor do Departamento de Economia da FEA-USP/RP, e-mail rtoneto@usp.br

** Mestre em economia pelo IPE/FEA-USP, e-mail graziela.fz@gmail.com

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.

Key words: technological effort; R&D; competitiveness; industrial sectors

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, gerando vantagens competitivas através da diferenciação em relação aos concorrentes.

Mais recentemente, os autores de tradição neo-schumpeteriana retomaram essas referências, considerando a existência de assimetrias entre firmas como fator essencial da dinâmica 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 *performances* tecnológicas desiguais e utilizam processos tecnicamente diferentes.

Alguns trabalhos de cunho neo-schumpeteriano buscaram mostrar, empiricamente, a importância da inovação tecnológica como determinante fundamental da competitividade econômica.¹ 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 dessa 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. Esses 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 conceitos que possibilitaram a formulação da teoria dos hiatos tecnológicos. Com base em argumentos neo-schumpeterianos, essa teoria assume como hipótese que a tecnologia não é um bem disponível instantânea e universalmente sem custos, que pode ser facilmente reproduzido pelas empresas. A difusão tecnológica exige investimentos de quem pretende absorvê-la, e portanto há vantagens em ser o primeiro a realizar uma inovação. 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. Os hiatos tecnológicos existentes entre os países seriam responsáveis pela exportação de novos produtos e serviços pelas nações 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 indus-

trial, como a estrutura de mercados doméstica, o grau e as formas de participação em oligopólios internacionais etc. (O_{ij}). Em alguns setores — por exemplo, em que 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 nesses 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. A presença no mercado externo, enquanto estaticamente é determinada por hiatos tecnológicos, dinamicamente também influencia a adoção de novas tecnologias, dado que para se manterem competitivas e atuantes internacionalmente, as empresas são estimuladas a adotar processos mais eficientes e/ou investir na inovação e no aprimoramento de seus produtos. 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. 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 OECD. 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 (exportações e saldo comercial) e tecnológico (patentes) para cada um desses 22 países, encontrando resultados positivos e significativos para até 12.²

Apesar dessas evidências teóricas e empíricas relacionadas à importância da inovação tecnológica, ela não recebeu a atenção devida ao longo da história industrial brasileira. A falta de concorrência, associada ao protecionismo vigente durante o processo de substituição de importações, é considera-

da uma das responsáveis pelo baixo esforço inovador implementado pelas firmas privadas nacionais, dado que esse esforço não era condição necessária para viabilizar a sobrevivência empresarial em um mercado significativamente fechado. Meyer-Stamer (1995) enfatiza que, durante esse 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 esses setores não tiveram um comportamento diferenciado aleatoriamente, mas graças ao apoio de políticas públicas especificamente direcionadas a seu desenvolvimento: os setores destacados por Meyer-Stamer (1995) eram representados respectivamente pelas empresas Embraer e Petrobras, ambas pertencentes ao Estado brasileiro, e não ao setor privado.

A crise fiscal-financeira na qual o Brasil mergulhou a partir dos anos 80 alterou todo o panorama macroeconômico nacional. A elevação da taxa internacional de juros após o segundo choque do petróleo (1979) é considerada a desencadeadora da crise, através do impacto na elevada dívida externa brasileira e conseqüentemente no balanço de pagamentos nacional, que passa a condicionar e restringir o crescimento econômico. A vulnerabilidade financeira externa brasileira foi explicitada em 1982, após a moratória mexicana, quando os recursos financeiros internacionais se tornam extremamente escassos. Com a ameaça de crise cambial, os condicionantes externos passam a ser os elementos centrais de política econômica, culminando na exacerbação do protecionismo e no corte de recursos para financiamento industrial e para o sistema de ciência e tecnologia.

A partir do final dos anos 80, são adotadas reformas econômico-institucionais, entre elas o processo de desregulamentação dos mercados, o programa de desestatização e a abertura comercial. A adoção dessas reformas ocorreu baseada no argumento de 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, associado à redução de pessoal ocupado; maior eficiência do processo produtivo gerada por inovações organizacionais e melhoria dos sistemas de qualidade; terceirização de atividades; especialização da produção; e também ao 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 menciona-se a constante instabilidade econômica, a baixa propensão a investir das firmas, as características estruturais do sistema científico brasileiro relacionadas aos incentivos fiscais à inovação, aos antagonismos entre as políticas tecnológicas explícita e implícita etc. (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, esse 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.

1. ESFORÇO TECNOLÓGICO DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA

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&D³ e o valor da produção industrial. Sucintamente, os setores que despendem mais recursos em P&D, como proporção do valor de sua produção, apresentam esforço tecnológico mais elevado. A variável escolhida tem, portanto, a capacidade de revelar a importância da atividade de pesquisa e desenvolvimento para cada indústria de transformação.⁴

Diversos trabalhos, como os mencionados anteriormente, utilizam dados de patentes como indicador de inovação tecnológica. As patentes são largamente utilizadas por serem uma variável de fácil acesso e mensuração. Entretanto, apresentam algumas limitações. Inicialmente, são uma medida intermediária de resultado, pois se referem não propriamente às inovações, mas sim às invenções geradas, independentemente de seu lançamento e aceitação no mercado. Elas refletem um conhecimento técnico novo, que não tem necessariamente valor econômico. Além disso, esses indicadores não são significativos para os diversos setores nos quais parte significativa das inovações não é patenteável. Os dispêndios em P&D, por outro lado, representam o esforço voltado à geração de produtos e processos inéditos no mercado, mas também contribuem ao incrementarem a capacidade de absorção e aprendizado das firmas, aumentando a possibilidade de assimilarem, explorarem e aprimorarem conhecimentos já existentes (Cohen e Levinthal, 1989). Além da habilidade para imitar e aperfeiçoar novos processos e produtos, a capacidade de absorção facilita a exploração de conhecimentos externos, como os resultados de pesquisas básicas que poderão ser utilizados na realização de pesquisas aplicadas e no desenvolvimento de produtos e processos.

Bell e Pavitt (1993) observaram que, principalmente nos anos 70, diversos institutos de P&D em países do Leste Asiático se dedicaram prioritariamente 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 para as empresas. Procedimento similar também pôde ser observado em Cingapura e na Coréia. Pavitt (2002) enfatiza que as atividades de P&D cresceram rapidamente em países que se desenvolveram inicialmente com base em imitações tecnológicas, como Japão, Coréia e Taiwan. Neste sentido, especialmente para países em desenvolvimento como o Brasil, as estatísticas de P&D parecem mais significativas como indicador tecnológico do que os dados de patentes.⁵

Os setores industriais, de acordo com sua natureza, possuem diferentes oportunidades tecnológicas⁶ e, portanto, as atividades de P&D têm um papel diferenciado para cada um deles. Os setores intensivos em tecnologia, nos quais as oportunidades tecnológicas são mais elevadas, tendem a direcionar proporcionalmente um montante mais elevado de recursos para essa atividade, apresentando conseqüentemente um esforço tecnológico superior ao das demais indústrias.⁷ Deste modo, ao realizarmos uma análise setorial, não seria adequado compararmos os setores de um determinado país entre si. Para identificarmos se um determinado setor de um país está realizando esforço tecnológico adequado, o ideal é compará-lo com o esforço realizado, pelo mesmo setor, em outro país ou grupo de países que podem ser utilizados como referência. Portanto, para verificarmos se a indústria de transformação brasileira pode ser considerada pouco inovadora, seu esforço tecnológico será comparado ao esforço realizado pelas indústrias de um grupo de 19 países da OCDE, que inclui desde as grandes economias mundiais, como EUA, Japão e Alemanha, a países menos desenvolvidos, como Polônia e República Tcheca. Esta comparação será realizada para o total da indústria de transformação e para os setores que a compõem. Será possível observar a *performance* brasileira em relação a países que se destacam entre os principais geradores e difusores de inovação mundiais e, portanto, podem ser considerados uma referência adequada.

Considerando a heterogeneidade observada no esforço tecnológico realizado pela indústria de transformação dos países da OCDE, optou-se por subdividir esses países em três grupos. O grupo 1 inclui os países que apresentaram elevado esforço tecnológico industrial, acima de 2,4%: Estados Unidos, Japão, Alemanha, Finlândia, França e Suécia. O grupo 2 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 3 contém os países com menor esforço tecnológico, abaixo de 1,2%: Canadá, Espanha, Irlanda, Itália, Noruega, Polônia e República Tcheca.⁸ Em média, a relação entre dispêndios em P&D e valor da produção industrial dos 19 países selecionados foi de 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, essa 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 desse 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 a 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 de Inovação Tecnológica (PINTEC) e 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, mas, pela indisponibilidade de dados, em alguns casos foi necessário recorrer ao ano de 1999. As estatís-

ticas 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 (CNAE), elaborada nacionalmente com base na ISIC revisão 3, sendo similar a ela. Destarte, os dados brasileiros e internacionais são adequadamente comparáveis.

A tabela 1 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. Os melhores desempenhos 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 do petróleo, vale advertir que os dispêndios brasileiros em P&D se direcionam essencialmente à extração do produto, segmento no qual as inovações tecnológicas nacionais foram historicamente incentivadas e tornaram-se internacionalmente reconhecidas. Esses dispêndios aparecem nas estatísticas da indústria de transformação porque os indicadores referentes às empresas que extraem e refinam o produto foram, de modo geral, classificados pela PINTEC exclusivamente no setor de refino, por esta ser sua principal atividade produtiva. Portanto, a comparação com indicadores internacionais, neste caso, faz-se limitada. Se os valores desta indústria fossem excluídos da amostra brasileira, o esforço tecnológico da indústria de transformação nacional se reduziria para 0,59%.

Quanto ao setor de aeronaves, vale mencionar que a estatística nacional apresentada na tabela anterior refere-se aos dispêndios realizados pela Embraer (Bernardes, 2000), enquanto as estatísticas internacionais são relativas ao setor como um todo.⁹ Feita esta ressalva, é possível afirmar que o resultado positivo desta indústria no Brasil não é aleatório, mas fruto, inicialmente, da política de incentivos existente desde a fundação da Embraer, nos anos 70. Diferentemente do ocorrido em grande parte dos setores nacionais — nos quais as firmas buscaram essencialmente dominar tecnologias de-

Tabela 1

Grupos setoriais	Dispêndio em atividades internas de P&D Valor da produção industrial (2000)					
	Brasil (%)	Grupos de países da OCDE				Brasil / média da OCDE (%)
		Média (%)	1. Esforço elevado (%)	2. Esforço intermediário (%)	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 ⁴	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 e Noruega.

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

Fontes: 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.

envolvidas externamente —, a empresa apresentou, desde o começo, uma preocupação com sua capacidade inovadora, fundamentando-se na constante busca de 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, viabilizando 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 desse desempenho, atualmente o setor de aeronaves, apesar de depender da importação de componentes, vem apresentando significativos superávits comerciais no Brasil.

No caso da cadeia produtiva “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.¹⁰ O fortalecimento da competitividade internacional é revelado pela participação das exportações brasileiras no total mundial e pelos significativos saldos comerciais gerados pelo setor, como demonstraremos com mais detalhes posteriormente. Novamente, esse resultado reflete investimentos históricos realizados pelo setor. Já no início dos anos 50, técnicos da S.A. Indústrias Reunidas Francisco Matarazzo inovaram ao conseguir 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 a dedicação 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.

Durante o Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) foi formulado o Primeiro Programa Nacional de Papel e Celulose (I PNPC), em 1974. Nesse 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 90, 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 mundo.¹¹ Este resultado não é somente fruto da benignidade da natureza com o território nacional, mas também decorre das pesquisas que viabilizaram a produção de papel de qualidade com base em celulose de eucalipto e, posteriormente, dos aprimoramentos que permitiram o alcance dessa 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 somos desprivilegiados em relação aos concorrentes internacionais.

As empresas brasileiras de celulose têm realizado investimentos para intensificar as vantagens naturais existentes atualmente, através da implementação de parcerias com a Embrapa — um exemplo é o projeto de investimento de preparo de mudas com o 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 90. Entre os grandes projetos existentes atualmente entre a iniciativa privada e universidades, cabe destacar o seqüenciamento do genoma do eucalipto e a criação de eucaliptos mais resistentes e adequados a diferentes plantações.

Entretanto, apesar de o esforço tecnológico brasileiro ser superior ao esforço médio realizado pelos países selecionados, ele é inferior ao implementado pelas nações do grupo 1, que inclui grandes produtores mundiais do setor. Entre os sete principais produtores mundiais de celulose,¹² o maior esforço tecnológico é realizado pela Suécia (1,35%), seguindo-se a Finlândia (0,47%), o Brasil (0,36%) e o Canadá (0,30%).¹³ 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: dos sete maiores produtores mundiais de celulose, apenas o Brasil não se encontra entre os sete maiores produtores mundiais de papel.¹⁴ 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 atividades internas de P&D e valor da produção industrial nacional 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%).

Em resumo, vale observar que esses setores, que se destacaram positivamente por seu desempenho tecnológico, contaram com significativo apoio estatal para alcançar essa *performance*. Petrobras e Embraer consolidaram-se tecnologicamente enquanto empresas estatais, enquanto o setor de celulose foi beneficiado por significativos recursos especialmente no II PND.

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 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 da 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 nessas indústrias. No caso do setor químico, ressalta-se a crescente internacionalização produtiva e comercial que vem ocorrendo especialmente a partir da abertura comercial nos anos 90, 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 nessa 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, similarmente, parte significativa da produção se encontra 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 os 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.

Essas 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).¹⁵ 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, essa situação é preocupante porque se trata das principais indústrias geradoras e difusoras do progresso técnico, com possibilidade de gerar externalidades para as demais. Para alterar este quadro, diversos autores defendem a existência de políticas industriais específicas direcionadas a essas 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).¹⁶

Apesar de os setores químico, eletrônico e de 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 com a venda de bens de informática e microeletrônica em atividades de P&D. Os recursos destinados a 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 90, 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 a concentração da produção nas etapas de menor valor adicionado e o forte incremento das importações, que vêm substituindo em grande parte a produção interna.¹⁷ 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 informática, o setor farmacêutico não recebeu nenhum incentivo direto para investir em atividades inovadoras como P&D. Apesar de as indústrias farmacêutica e de informática ainda investirem proporcionalmente pouco em pesquisa e desenvolvimento, observa-se que esta discrepância é significativamente mais grave no primeiro caso.

A tabela 2 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 valor da 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 brasileiro¹⁸ realizou esforço tecnológico mais elevado que a média do grupo 1, 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; celulose, papel e editoração; e outros equipamentos de transporte (destacando-se aeronaves) realizaram esforço superior à média dos países pertencentes ao grupo 2, pelas razões peculiares a essas indústrias dis-

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.

cutidas acima. O melhor desempenho nacional é obtido na comparação com o grupo 3, 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 19 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 o petróleo da amostra brasileira, 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 nos permitirá observar se essa *performance* pouco inovadora da indústria de transformação é potencializada pela estrutura produtiva nacional, mensurada pelo valor da produção industrial. 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, pois são setores nos quais as oportunidades tecnológicas tendem a ser mais elevadas. Assim sendo, se esses setores forem menos representativos na estrutura brasileira do que na estrutura dos países da OCDE, essa baixa participação estará contribuindo para a redução do esforço tecnológico total da indústria de transformação nacional, 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 o valor da produção industrial brasileira e o valor observado nos grupos de países da OCDE.¹⁹ 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, bebidas e fumo e têxteis, confecções, couro e calçados, enquanto representam 26,0% da produção industrial nacional, alcançam somente 20,3% da produção média dos países da OCDE.

Essas diferenças são acentuadas quando observamos apenas os percentuais relativos ao grupo 1, no qual os setores intensivos em tecnologia mencionados têm um peso ainda mais significativo, em detrimento dos setores tradicionais. Entretanto, mesmo no grupo 3 — cujo padrão produtivo

Tabela 3

Grupos setoriais*	Estrutura produtiva da indústria de transformação (participação do valor da produção industrial – ano 2000)					
	Brasil (%)	Grupos de países da OCDE				Brasil / média da OCDE (%)
		Média (%)	1. Esforço elevado (%)	2. Esforço intermediário (%)	3. Esforço reduzido (%)	
Indústria de transformação	100,0	100,0%	100,0%	100,0	100,0	–
Produtos alimentícios, bebidas e fumo ¹	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 ²	1,1	2,7	2,8	2,1	3,0	40,4
Celulose e papel ³	3,7	4,2	7,4	2,5	2,8	90,0
Celulose, papel e editoração ⁴	6,7	8,9	10,2	8,5	7,8	75,7
Refino de petróleo e outros ⁵	8,7	5,1	3,9	6,6	6,3	168,5
Produtos químicos	13,6	10,3	9,	11,7	10,0	132,3
– Prod. químicos excl. farmacêuticos ⁶	11,4	7,9	6,5	8,9	8,3	145,7
– Produtos farmacêuticos ⁶	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 ⁴	3,2	3,6	2,7	3,7	4,4	91,1
Metalurgia básica ⁷	6,5	5,2	5,1	4,8	5,5	126,2
– Produtos siderúrgicos ⁸	4,4	3,4	3,4	3,7	3,3	129,7
– Metais não ferrosos e fundição ⁸	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 ⁴	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 ⁹	4,1	5,9	9,7	5,6	2,9	69,0
Instrumentação, cronômetros e relógios ¹⁰	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 ¹¹	1,0	1,2	1,6	1,0	1,0	79,4
Móveis e indústrias diversas ¹²	2,2	2,9	2,4	3,0	3,4	76,2
Farmacêuticos, aeronaves, eletrônicos, instrumentação e informática	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	–

Obs: Ver notas apresentadas na tabela 1.

Fonte: Produção industrial internacional: OCDE/Structural Statistics for Industry and Services – Production Data; Produção industrial brasileira: IBGE/PIA.

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 no Brasil.

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 1 (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 àquele realizado pelos países do grupo 1, a relação entre dispêndios em P&D e valor da produção da indústria de transformação alcançaria 2,4%. 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.

2. ESFORÇO TECNOLÓGICO RELATIVO: RELAÇÃO COM INDICADORES SELECIONADOS

O esforço tecnológico relativo possui relação com outros indicadores econômicos. Neste tópico, mantendo o caráter setorial do estudo, optou-se por verificar a existência de correlação com duas outras variáveis: presença estrangeira na receita operacional líquida e desempenho no comércio exterior.

Como argumentado anteriormente, supõe-se a existência de uma correlação inversa entre esforço tecnológico (em relação aos países selecionados como referência) e participação (controle) de empresas estrangeiras na receita operacional líquida. A tabela 4 apresenta estas duas variáveis para al-

Tabela 4: Controle estrangeiro na receita operacional e esforço tecnológico relativo

Setores	Controle estrangeiro na ROL* (1997) (%)	Esforço tecnológico relativo Brasil / Média da OCDE (%)
Indústria de transformação	35,0	37,1
Produtos alimentícios, bebidas e fumo	23,5	78,1
Produtos têxteis, confecção, couro e calçados	9,0	61,0
Produtos de madeira	9,0	116,2
Celulose e papel	21,0	84,7**
Produtos químicos	48,0	17,7
Artigos de borracha e plástico	29,0	38,0
Produtos de minerais não metálicos	29,0	47,3
Metalurgia básica	15,0	57,9
Produtos de metal	29,0	76,3
Máquinas e equipamentos	42,0	60,3
Informática	45,0	31,2
Materiais elétricos	54,0	81,6
Material eletrônico/comunicações	59,0	22,8
Instrumentação	58,0	37,4
Veículos	83,0	44,4
Outros equipamentos de transporte	34,0	67,0
Móveis e indústrias diversas	21,0	65,9

* Receita operacional líquida. **Não inclui editoração.

Fonte: Moreira (1999), IBGE/PINTEC e IBGE/PIA.

guns setores da indústria de transformação, sugerindo a veracidade deste argumento.

Os dados indicam que, em geral, quanto maior o controle estrangeiro em um determinado setor, menor o esforço tecnológico relativo por ele realizado. Dos 17 setores presentes na tabela acima, 14 apresentam esforço tecnológico acima da média, enquanto em três casos esse esforço encontra-se abaixo da média. Por outro lado, sete indústrias apresentaram controle estrangeiro na ROL acima da média, e dez, um valor inferior à média. Entretanto, para 13 dos 17 setores presentes na tabela anterior, observa-se que se o esforço tecnológico relativo é superior (inferior) à média da indústria de transformação, o controle estrangeiro na receita operacional encontra-se abaixo (acima) da média. Isto ocorre, como sugerido anteriormente, porque as multinacionais tendem a concentrar suas atividades de pesquisa, assim como as atividades produtivas mais sofisticadas, em seus países-sede. A concentração da produção de bens pouco sofisticados nas nações em de-

envolvimento por essas empresas não exige que, nesses países, as atividades de P&D sejam realizadas com a mesma intensidade observada nos países desenvolvidos. Por outro lado, setores com predomínio de empresas locais acabam desenvolvendo localmente as pesquisas necessárias para seu desenvolvimento tecnológico. Com base nas estatísticas da tabela 4, a correlação entre estas variáveis, mensurada pelo coeficiente de Spearman, foi de $-0,57$, significativo a 5%.²⁰

A relação existente entre desempenho tecnológico e comercial, já constatada teórica e empiricamente, também pôde ser averiguada para o caso brasileiro. Por razões já consideradas, diferentemente dos estudos mencionados, o indicador de inovação, em vez de patentes, será o esforço tecnológico comparativo entre o Brasil e a média dos países da OCDE. Como medida de competitividade, será utilizada a participação das exportações brasileiras nas exportações mundiais e um indicador de vantagem comparativa revelada relacionado ao saldo comercial, obtido 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 esse saldo em relação ao total comercializado com o exterior, mais elevada é a vantagem.

O objetivo será 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. Ressalva-se que será somente apresentada a correlação existente entre essas variáveis, sem entretanto estabelecer uma relação de causalidade entre elas.²¹

Pela tabela 5, 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 madeira.²² Estes setores também estão entre os que apresentaram significativos saldos comerciais. Vale destacar que entre os setores considerados intensivos em tecnologia — eletroeletrônico, químico, de 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

Tabela 5

Sectores	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	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	205,5	1,31	-0,58
Produtos químicos	17,7	0,70	-0,50
– Prod. químicos excl. farmacêuticos	33,3	0,84	*
– Produtos farmacêuticos	9,3	0,25	*
Artigos de borracha e plástico	38,0	0,80	-0,15
Produtos de minerais não metálicos	47,3	1,04	0,33
Metalurgia básica	57,9	2,43	0,48
– Produtos siderúrgicos	67,8	3,17	0,65
– Metais não ferrosos e fundição	47,4	1,72	0,25
Produtos de metal	76,3	0,67	-0,12
Máquinas e equipamentos	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	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 .

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

Fonte: ONU e MDIC.

significativos déficits comerciais, representados pelo sinal negativo no indicador de vantagens comparativas reveladas.

Os testes de correlação, relacionando o esforço tecnológico comparativo (coluna 2) com o desempenho nas exportações mundiais (coluna 3) e com o indicador de vantagens comparativas reveladas (coluna 4), foram positivos e significativos a 1%. O coeficiente de correlação de Spearman, no primeiro caso, alcançou 0,61 e no segundo, 0,64.

3. CONCLUSÕES

O artigo nos permite responder às questões propostas inicialmente e alcançar 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. Apesar das transformações econômico-institucionais implementadas aproximadamente ao longo dos últimos 15 anos no Brasil e dos estudos que revelam a importância da inovação tecnológica para a geração de competitividade, as atividades de P&D ainda não foram suficientemente incorporadas à realidade produtiva nacional.

O esforço tecnológico pode ser considerado limitado, em relação aos países de referência, em praticamente todos os setores industriais. Petróleo, aeronaves e celulose despontam como exceções positivas, enquanto as indústrias química, eletrônica e de informática se destacam pelos piores desempenhos comparativos. Este resultado pode ser considerado um indicador do atraso tecnológico nacional, dado que estas indústrias são as que apresentam maiores condições de gerar inovações e difundi-las 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 brasileira é determinado pela frágil *performance* apresentada pela maioria dos setores industriais. Entretanto, a estrutura produtiva nacional também tem uma parcela de responsabilidade nesse desempenho. Em comparação às nações selecionadas, os setores tradicionais, como produtos alimentícios, bebidas e fumo e 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 nacional e o dos países da OCDE.

Por último, é válido ressaltar a correlação negativa entre o esforço tecnológico relativo e a presença estrangeira na indústria de transformação brasileira. Por outro lado, foi possível identificar uma correlação positiva entre desempenho comercial e tecnológico para a indústria nacional, confirmando o sugerido por diversos estudos teóricos 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.

NOTAS

1. Os conceitos e medidas de competitividade são bastante discutidos na literatura. Para maiores detalhes sobre esta questão, ver Haguenaer (1989). Nos trabalhos mencionados neste artigo, a medida de competitividade utilizada é o desempenho exportador e/ou do comércio exterior.
2. Breschi e 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. Realizadas pelas próprias firmas, excluindo a P&D adquirida externamente por essas firmas.
4. O estudo exclui os setores industriais que não fazem parte da indústria de transformação.
5. É necessário ressaltar que as estatísticas de P&D também apresentam limitações, pois tendem a subestimar esforços tecnológicos de empresas de pequeno porte, nas quais as inovações são realizadas direcionando poucos gastos a essa atividade. Além disso, muitas inovações ocorrem sem que haja uma relação direta com atividades de P&D. (INE, 2002).
6. Conceito enfatizado por autores neo-schumpeterianos como Dosi *et al.* (1990). As oportunidades tecnológicas referem-se à probabilidade de ocorrer inovação, dado um certo esforço para que ocorra.
7. Além das oportunidades tecnológicas, os setores possuem características diversas em relação aos demais aspectos tecnológicos, como a cumulatividade e a apropriação de tecnologias. Vale mencionar a taxonomia desenvolvida por Pavitt (1984), que classifica os setores em quatro grupos de acordo com as características mencionadas, demonstrando as diferenças e semelhanças no que se refere às trajetórias tecnológicas de cada indústria.

8. Neste grupo, merece ser destacado o desempenho do Canadá e da Noruega, cujos esforços tecnológicos em ambos os casos foram de 1,17%, ou seja, na fronteira com o grupo 2.
9. A PINTEC divulgou apenas os dados de “outros equipamentos de transporte”, setor que inclui, além de aeronaves, motocicletas, indústria naval e veículos ferroviários.
10. Sobre a indústria de celulose, ver Fonseca (2003) e Juvenal e Mattos (2002).
11. 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.
12. Respectivamente EUA, Canadá, China, Finlândia, Japão, Suécia e Brasil.
13. EUA e Japão só divulgaram dado conjunto para celulose, papel e editoração; a China não faz parte da base de dados utilizada.
14. Estatísticas do ano 2000.
15. O controle estrangeiro na receita operacional líquida da indústria de transformação foi de 35%. Nos setores químico, eletrônico e de informática esse percentual alcançou, respectivamente, 48%, 59% e 45%; em contrapartida, no setor de celulose a participação estrangeira foi de 21%. (Moreira, 1999, estatísticas de 1997).
16. Krugman (1993) *apud* Além (2000) também defende uma política industrial seletiva que privilegie os setores que geram externalidades, principalmente de cunho tecnológico.
17. 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 90, 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.
18. Desconsiderando petróleo, por motivos citados.
19. Para todos os grupos de países da OCDE, a soma da participação dos setores industriais difere de 100% pela inexistência de dados de algumas indústrias para determinados países, como indicado na tabela.
20. Na realização do teste de correlação, foram excluídos os setores “produtos de metal” e “produtos de minerais não metálicos”.
21. Sabe-se que o desempenho no comércio exterior está associado a outros componentes além do esforço tecnológico, como a taxa real de câmbio, e a existência de medidas protecionistas, como cotas, barreiras tarifárias e não tarifárias, subsídios, entre outras. Entretanto, o artigo não tem a ambição de identificar quais são os determinantes da competitividade setorial, mas apenas verificar se há uma correlação entre o desempenho no comércio exterior e o esforço tecnológico relativo realizado por cada indústria.

22. As exportações brasileiras também se destacam especificamente no setor de couro e calçados, alcançando 4,2% do total mundial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALÉM, A. C. (2000) “Promoção às exportações: o que tem sido feito nos países da OCDE?”. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 14, , dez., p. 229-252.
- BELL, M., PAVITT, K. (1993) “Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries”. *Industrial and corporate change*, v. 2, n. 2, Oxford University Press, p. 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, Série Economia e Impresa 7, jun.
- COHEN, W., LEVINTHAL, D. (1989) “Innovation and learning: the two faces of R&D”. *The Economic Journal*, set., p. 569-596.
- COSTA, I. (2003) *Empresas multinacionais e capacitação tecnológica na indústria brasileira*. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica. Unicamp, Campinas, abr.
- DOSI, G., PAVITT, K., SOETE, L. (1990) *The Economics of Technical Change and International trade*. Londres: Harvester Wheatsheaf.
- ERBER, F. (2001) “O padrão de desenvolvimento industrial e tecnológico e o futuro da indústria brasileira”. *Revista de Economia Contemporânea*, Rio de Janeiro, v. 5, ed. especial: *O futuro da indústria*.
- FONSECA, M. G. D. (2003) “Cadeia: papel e celulose”. In: L. Coutinho *et al.* (orgs.), *Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio*. Campinas, fev.
- FRENKEL, J. (2002) “Cadeia: petroquímica”. In: L. Coutinho *et al.* (orgs.), *Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio*. Campinas, dez.
- HAGUENAUER, L. (1989) “Competitividade: conceitos e medidas: uma resenha da bibliografia com ênfase no caso brasileiro”. *IE/UFRJ*, TD 211, ago.
- (2001) “Evolução das cadeias produtivas brasileiras na década de noventa”. *IPEA*, TD 786, Rio de Janeiro, abr.
- INE – INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA. “Estatísticas e informações de inovação tecnológica na Espanha”. Página na internet: www.ine.es.
- JUVENAL, T., MATTOS, R. (2002) “O setor de papel e celulose”. *BNDES 50 anos: histórias setoriais*. Rio de Janeiro: BNDES.
- MEYER-STAMER, J. (1995) “New departures for technology in Brazil”. *Science and Public Policy*, v. 22, n. 5, out., p. 295-304.

- MOREIRA, M. M. (1999) “Estrangeiros em uma economia aberta: impactos recentes sobre a produtividade, a concentração e o comércio exterior”. In: F. Giambiagi e M. Moreira (orgs.), *A economia brasileira nos anos noventa*. Rio de Janeiro: Livro do BNDES, out.
- NASSIF, A. L. (2002) “Política industrial após a liberalização do comércio exterior: o debate teórico contemporâneo”. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, p. 23-74, n. 17, jun., v. 9.
- PAVITT, K. (1984) “Sectors Patterns of Technical Change: toward a taxonomy and theory”. *Research Policy*, v. 13, n. 6, p. 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), jun.
- POSNER, M. V. (1961) “International Trade and Technical Change”. *Oxford Economic Papers*, v. 13, out., p. 323-341.
- SOETE, L. (1987) “The impact of technological innovation on international trade patterns: the evidence reconsidered”. *Research Policy*, v. 16, n. 3-5, jul., p. 101-130.
- TIGRE, P. B. (2002) “Papel da política tecnológica na promoção de exportações”. *IE/UFRJ*, mar.