
PADRÕES DE INTENSIDADE TECNOLÓGICA DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

um estudo comparativo com os países centrais

ANDRÉ TOSI FURTADO
RUY DE QUADROS CARVALHO

Resumo: O objetivo deste artigo é mostrar que a indústria brasileira tem padrões diferenciados de esforços tecnológicos em relação aos países desenvolvidos. Para identificar esses padrões, usaram-se indicadores de intensidade tecnológica (dispêndio em P&D/valor adicionado), de estrutura do dispêndio em P&D e de recursos humanos por setor da indústria. Em razão dessas diferenças, este trabalho propõe uma nova classificação dos setores por intensidade tecnológica, diferente da OCDE, aplicada ao caso brasileiro.

Palavras-chave: Pesquisa industrial. Padrões setoriais. Comparações internacionais.

Abstract: The present work aims to demonstrate that the Brazilian industry display a level of technology effort that differ from those found in developed countries. In order to define these levels we have adopted indicators of technology intensity, measured as R&D expenditure by value added, of R&D expenditure structure and of Human Resources by sector of the industry. Due to these differences, the present work proposes a classification of sectors based on technological intensity for the Brazilian case, which differs from the classification defined by OECD.

Key words: Industrial Research. Sectoral Patterns. International comparisons.

O Brasil teve um processo de industrialização retardatária que ocorreu a partir dos anos 30 do século XX. Apesar do acelerado crescimento até 1980, o nível de desenvolvimento do país ainda fica muito aquém do alcançado pelos países desenvolvidos. A indústria, que se orienta basicamente para o mercado interno, é tributária de fluxos externos de tecnologia incorporada e desincorporada. Ainda assim, essa indústria realiza um substancial esforço tecnológico voltado, na maior parte das vezes, para adaptar, ao contexto local, o fluxo de conhecimentos externos. Esse esforço também resulta de demandas tecnológicas locais que não podem ser satisfeitas a partir do fluxo externo de tecnologia. São ainda excepcionais os casos de setores em que empresas geram fluxos de novos conhecimentos para conquistar vantagens competitivas dinâmicas.

O objetivo deste trabalho é mostrar que essa posição intermediária, e relativamente dependente, confere aos setores da indústria brasileira padrões diferenciados de esforços tecnológicos em relação aos países desenvolvidos. Para identificar esses padrões usaram-se indicadores de intensidade de pesquisa e desenvolvimento – P&D (dispêndio em P&D/valor adicionado), de estrutura do gasto em P&D e de recursos humanos por setor da indústria. Esses indicadores foram comparados com os de outros países desenvolvidos para os quais existem estatísticas similares. A pesquisa recente de inovação tecnológica realizada pelo IBGE, denominada Pintec 2000, que possibilita um salto qualitativo em matéria de dados sobre esforços tecnológicos de empresas industriais brasileiras, apresenta-se num padrão semelhante ao da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico –

OCDE, permitindo exercícios de comparação internacional. Este trabalho pretende dar continuidade a artigos que buscaram definir padrões de inovação na indústria brasileira e de outros países latino-americanos (FURTADO et al., 1994; QUADROS et al., 1999; ERBER, 2001; KATZ; STUMPO, 2001).

Pretende-se estabelecer uma classificação dos setores industriais por intensidade tecnológica distinta daquela da OCDE. Para tanto, faz-se uma breve caracterização da metodologia da base de dados da Pintec 2000. Em seguida, apresenta-se a classificação da OCDE dos setores por intensidade tecnológica e analisam-se os dados de esforço tecnológico (dispêndio em P&D) da indústria brasileira por setor, comparando-os com os de países desenvolvidos. Em outra seção, há uma análise comparativa entre a estrutura de recursos humanos, (pesquisadores) do Brasil e a dos Estados Unidos. São introduzidos, então, elementos analíticos que permitem explicar os padrões diferenciados de esforço tecnológico, a partir dos quais se propõe uma classificação dos setores da indústria brasileira.

A BASE DE DADOS DA PINTEC 2000 E OS INDICADORES DE P&D

A Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2000 – Pintec 2000, produzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, representa um marco para as estatísticas de inovação tecnológica do setor industrial no Brasil (IBGE, 2002a). Anteriormente, uma pesquisa de inovação fora realizada, apoiada na metodologia do Manual de Oslo, para o Estado de São Paulo, cobrindo o período 1994-1996 (QUADROS et al., 1999). Esse levantamento, denominado Pesquisa de Atividade Econômica Paulista – PAEP, foi coordenado pela Fundação Seade e não trazia estatísticas sobre dispêndios em P&D das empresas. Apenas faziam parte do seu escopo os recursos humanos alocados a esse tipo de atividade.

A Pintec 2000 é uma novidade porque, além de representar a primeira pesquisa de inovação de âmbito nacional, apoiada no Manual de Oslo da OCDE e na terceira versão do questionário “Community Innovation Survey”, da Comunidade Européia, trouxe pela primeira vez estatísticas sistemáticas do dispêndio em P&D das empresas industriais brasileiras. Trata-se de uma pesquisa de inovação tecnológica que incorporou um capítulo específico sobre P&D, no qual se solicita às empresas que indiquem o valor do dispêndio em atividades internas e externas

(Tabela 1) e os recursos humanos destinados a essas atividades por nível de qualificação.

As informações sobre dispêndio publicadas pelo Ministério de Ciência e Tecnologia anteriormente se apoiavam em estimativas feitas a partir de bases de dados incompletas. Esses dados não permitiam a desagregação em termos setoriais. Contudo, agora está disponível no país uma base de dados que possibilita comparações com os números publicados pela OCDE.

A cobertura da Pintec 2000 é destacável. Abrange empresas industriais com mais de dez empregados, cuja amostra é de 11.044 empresas, representando um universo de 72.005 empresas industriais. Deste total, 22.698 (31,5%) afirmaram ter introduzido inovações tecnológicas entre 1998 e 2000. Um subconjunto das inovadoras composto de 7.412 empresas (32,7%) fez dispêndios internos de P&D em 2000. Esse conjunto subdivide-se entre 3.178 empresas que fizeram P&D de forma contínua e 4.236 que o fizeram descontinuamente.

Os dados de dispêndios em P&D da Pintec 2000 se apoiam em um universo de empresas um pouco distinto daquela que fornece os dados utilizados em países desenvolvidos. Normalmente, tais valores são obtidos a partir de pesquisas baseadas no Manual Frascati, que restringem o universo às empresas com pelo menos uma pessoa em tempo integral atuando em P&D, o que equivale às atividades contínuas. As pesquisas de inovação podem eventualmente produzir dados sobre dispêndio interno em P&D, mas estes não são usados pelas estatísticas oficiais. Assim, as duas grandes diferenças metodológicas residem na cobertura. O Manual Frascati restringe o levantamento às empresas que têm atividades contínuas de P&D, ao passo que as pesquisas apoiadas no Manual de Oslo incluem as empresas que têm atividades de P&D irregulares. Em compensação, as pesquisas com base no Manual de Oslo só levantam informações sobre dispêndio em P&D das empresas que inovaram, excluindo aquelas que realizaram esse tipo de dispêndio sem ter inovado. No conjunto, a cobertura das pesquisas apoiadas no Manual de Oslo é mais ampla do que aquelas apoiadas no Manual Frascati (SIRILLI, 1998).

CLASSIFICAÇÃO DA OCDE POR INTENSIDADE TECNOLÓGICA

A intensidade de P&D é o mais importante indicador usado pela OCDE para classificar os setores industriais de acordo com a sua intensidade tecnológica. O outro in-

TABELA 1
Esforços de P&D da Indústria de Transformação, segundo Setores
Brasil – 2000

Setores	Valor da Transformação Industrial	Dispêndio			Estrutura		Intensidade		% Dispêndio Externo
		P&D Interno	P&D Externo	P&D Total	P&D Interno	P&D Total	P&D Int./VTI	P&D Tot./VTI	
Total Manufaturado	249.217.209	3.712.478	624.000	4.336.478			1,49	1,74	14,39
Alim., Beb. e Fumo	35.807.205	227.680	31.965	259.645	6,13	5,99	0,64	0,73	12,31
Têxt., Conf. e Calç.	16.914.909	101.262	9.898	111.160	2,73	2,56	0,60	0,66	8,90
Mad. e Papel e Cel.	13.738.816	85.565	10.249	95.814	2,30	2,21	0,62	0,70	10,70
Papel e Celul.	10.872.983	73.591	7.941	81.532	1,98	1,88	0,68	0,75	9,74
Refino e Outros	35.664.372	446.064	52.393	498.457	12,02	11,49	1,25	1,40	10,51
Refino	33.797.426	444.637		497.030	11,98	11,46	1,32	1,47	10,54
Química Total	30.733.502	527.072	127.811	654.883	14,20	15,10	1,71	2,13	19,52
Prod. Químicos	23.332.298	414.094	38.394	452.488	11,15	10,43	1,77	1,94	8,49
Prod. Farmacêuticos	7.401.204	112.978	89.417	202.395	3,04	4,67	1,53	2,73	44,18
Borracha e Plástico	8.721.609	91.227	27.059	118.286	2,46	2,73	1,05	1,36	22,88
Min. Não-Metál.	9.297.993	51.411	12.357	63.768	1,38	1,47	0,55	0,69	19,38
Metalurgia Básica	16.248.928	144.842	10.217	155.059	3,90	3,58	0,89	0,95	6,59
Produtos de Metal	7.939.072	60.585	13.179	73.764	1,63	1,70	0,76	0,93	17,87
Máquinas e Equipamentos	13.475.191	341.960	20.394	362.354	9,21	8,36	2,54	2,69	5,63
Informática	2.967.765	109.060	18.391	127.451	2,94	2,94	3,67	4,29	14,43
Máq. e Material Elét.	6.183.593	260.631	38.608	299.239	7,02	6,90	4,21	4,84	12,90
Eletrôn. e Telecom.	8.265.740	387.155	154.778	541.933	10,43	12,50	4,68	6,56	28,56
Instrumentação	2.128.912	70.292	3.152	73.444	1,89	1,69	3,30	3,45	4,29
Mat. Transp.	23.269.248	732.507	79.111	811.618	19,73	18,72	3,15	3,49	9,75
Automob.	19.322.086	472.237	76.566	548.803	12,72	12,66	2,44	2,84	13,95
Out. Mat. Transp.	3.947.162	260.270	2.545	262.815	7,01	6,06	6,59	6,66	0,97
Móveis e Diversos	5.497.977	41.329	5.952	47.281	1,11	1,09	0,75	0,86	12,59

Fonte: IBGE (2002a). Pintec 2000; IBGE (2002b). Pesquisa Industrial 2000.

dicador usado pela entidade é o gasto em P&D mais o gasto em tecnologia incorporada em bens intermediários e de investimento. Os primeiros trabalhos da OCDE exploraram, além dos dados de gastos em P&D, indicadores de fluxos tecnológicos inter-setoriais construídos a partir da matriz insumo-produto. No entanto, mais recentemente a classificação da OCDE tem se restringido aos gastos em P&D para classificar os setores.¹ Baseada no indicador de intensidade de P&D (gasto em P&D/valor adicionado ou gasto em P&D/produção), a OCDE classifica os setores em quatro grupos principais de intensidade tecnológica:

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

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

- *média-baixa intensidade tecnológica*: setores de construção naval; borracha e produtos plásticos; coque, produtos refinados de petróleo e de combustíveis nucleares; outros produtos não metálicos; metalurgia básica e produtos metálicos;

- *baixa intensidade tecnológica*: outros setores e de reciclagem, madeira, papel e celulose; editorial e gráfica; alimentos, bebidas e fumo; têxtil e de confecção, couro e calçados.

A classificação por intensidade tecnológica é interessante para identificar algumas diferenças estruturais entre o padrão de esforços inovativos e de mudança tecnológica de países desenvolvidos e a daqueles em desenvolvimento. Nas nações desenvolvidas, a intensidade tecnológica descreve em geral a velocidade de deslocamento da fronteira tecnológica internacional. Nos países em desenvolvimento, essa intensidade descreve os esforços relativos que devem ser realizados no processo de transferência internacional de tecnologia.

O indicador (gasto em P&D/valor adicionado) possibilita comparações com os países da OCDE que publicam regularmente essas estatísticas (2002) e será usado como a principal variável para classificar a intensidade tecnológica setorial da indústria brasileira, neste artigo.

Deve-se considerar que existe uma grande variabilidade de comportamentos nacionais em termos de esforços de P&D setoriais (gasto em P&D/valor adicionado). Os números que levam à construção da classificação da OCDE se apóiam em gastos agregados de todos os países pertencentes à organização. Muitas vezes comportamentos nacionais fogem a essa média. No entanto, a classificação da OCDE reflete o comportamento da indústria dos países desenvolvidos em escala mundial. Seria de alguma forma o padrão de comportamento da indústria na fronteira tecnológica. Como veremos adiante esse modelo possui importantes variantes nacionais. Esse aspecto não oculta, entretanto, as importantes diferenças estruturais com o padrão de esforço tecnológico de um país em desenvolvimento.

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO DISPÊNDIO EM P&D DA INDÚSTRIA BRASILEIRA – UMA COMPARAÇÃO INTERNACIONAL

As atividades de P&D do setor industrial brasileiro não são desprezíveis. Elas representam 32,7% do dispêndio interno em P&D.² O restante é executado por instituições públicas ou privadas de ensino e pesquisa. Embora essa proporção fique bem abaixo da dos países desenvolvidos, onde ela chega a ultrapassar os 75% (nos Estados Unidos, por exemplo), o esforço de P&D executado internamente pelas empresas tem um peso significativo, que define o padrão tecnológico da indústria brasileira.

O esforço tecnológico pode ser medido por meio do indicador (gasto em P&D/valor adicionado) porque possibilita comparações com países da OCDE (2002). Foi

selecionado um conjunto de dez países que integram a organização, entre eles as principais economias desse bloco mais a Noruega, a qual foi escolhida por apresentar algumas semelhanças com a economia brasileira, devido à importância do setor primário (energia e pesca). A indústria manufatureira brasileira apresenta uma intensidade tecnológica (1,5%) bem inferior à de todos esses países. O grupo da OCDE pode ser subdividido em quatro: um subconjunto de líderes com intensidade superior a 8% (Japão e EUA), um subgrupo de países europeus próximos com intensidade entre 6% e 7% (Alemanha, França e Reino Unido), um terceiro subconjunto de nações que exibem patamar intermediário de 4% (Coreia, Noruega e Canadá) e, finalmente, um subgrupo de países atrasados com intensidade de 2% (Itália e Espanha). O Brasil estaria em um patamar próximo ao dos países do Mediterrâneo, embora em nível ainda inferior (Tabela 2).

Essas diferenças de intensidade entre países se devem a estruturas industriais distintas e sobretudo a disparidade de intensidade entre os mesmos setores de países diferentes. Pode-se atribuir tanto o primeiro tipo de distinção como o segundo à especialização produtiva e a diferentes formas de inserção produtiva na Divisão Internacional do Trabalho. Neste artigo enfocam-se, principalmente, as diferenças de intensidades setoriais entre países e no interior de uma mesma economia.

Ao destacar a heterogeneidade entre países percebe-se que as maiores diferenças ocorrem em alguns setores de média e alta intensidades tecnológicas (como as indústrias farmacêutica, de instrumentação, de computação e automobilística), que são atribuídas à especialização produtiva. A maior intensidade tecnológica indica a existência de uma sólida indústria que se apóia em importantes grupos locais. O caso contrário sinaliza uma indústria local menos forte e, em certos casos, com presença marcante de filiais de empresas multinacionais. Este segundo aspecto fica mais nítido para o caso da indústria automobilística, em que países com grande implantação de multinacionais (Canadá e Espanha) apresentam intensidade muito abaixo de países com importantes grupos nacionais (EUA, Japão, França, Alemanha, Coreia e Itália).

A heterogeneidade mais importante para os propósitos deste trabalho ocorre inter-setorialmente dentro de cada país. Medindo-se a diferença entre intensidades tecnológicas setoriais extremas tem-se uma percepção de tal desigualdade. Assim, a intensidade do setor de instrumentação (29,9%) é aproximadamente 60 vezes superior à do setor têxtil (0,5%) nos Estados Unidos (Tabela 2).

TABELA 2
Intensidade Tecnológica dos Setores Industriais (P&D/VTI), segundo Setores
Brasil e Países Selecionados – 1997-2000

Setores	Em porcentagem										
	EUA 2000	Japão 1998	Coréia 1999	Canadá 1997	França 1999	Alemanha 2000	Itália 2000	Espanha 1999	RU 1999	Noruega 1997	Brasil 2000
Total Manufaturados	8,3	8,6	4,5	4,0	7,0	7,4	2,1	2,1	6,1	4,3	1,5
Alimentos, Bebidas e Fumo	1,0	1,9	0,7	0,5	1,0	0,5	0,3	0,5	1,2	1,6	0,6
Têxt., Conf. e Calç.	0,5	2,1	0,9	1,0	0,9	2,0	0,1	0,6	0,4	1,9	0,6
Madeira, Papel, Celulose, Edição e Impressão	1,6	1,2	0,5	0,6	0,3	0,3	0,1	0,3	0,2	1,0	0,6
Refino e Outros	3,2	0,8	0,5	10,0	4,1	1,9	2,0	1,4	9,6	6,4	1,3
Prod. Químicos	6,6	15,2	3,6	1,7	7,2	-	2,2	2,3	6,6	5,0	1,8
Prod. Farmacêuticos	19,9	21,5	3,9	24,4	27,6	-	10,7	10,1	54,2	23,1	1,5
Borracha e Plástico	2,8	18,2	3,5	0,8	4,7	2,9	1,2	1,5	1,0	3,7	1,0
Min. Não-Metál.	2,0	5,6	1,9	0,3	2,2	2,3	0,1	0,6	1,1	1,6	0,6
Metalurgia Básica	1,2	4,3	1,0	1,6	3,3	1,5	0,3	1,1	1,3	5,2	0,9
Produtos de Metal	1,8	1,9	1,0	1,0	0,9	1,3	0,2	0,6	0,7	1,1	0,8
Máquinas e Equipamentos	5,0	6,6	3,6	2,7	4,6	5,4	1,7	2,9	4,9	7,1	2,5
Informática	25,9	37,7	7,0	44,9	13,3	16,7	9,3	7,5	3,1	16,5	3,7
Máq. e Material Elétrico	9,1	18,7	10,6	3,4	7,7	3,3	1,5	3,3	6,6	4,8	4,2
Eletrôn. e Telecom.	19,6	17,8	17,9	37,7	34,1	36,2	22,3	19,1	13,7	54,5	4,7
Instrumentação	29,9	23,8	4,1		16,9	11,7	3,1	3,7	10,2	7,7	3,3
Veículos Automotores	15,5	13,1	8,9	1,1	13,1	19,2	9,7	2,6	10,3	10,4	2,4
Outros Mat. Transp.	18,5	10,7	1,1	16,7	28,8	28,1	13,7	13,0	22,1	1,8	6,6 ⁽¹⁾
Aeroespacial	21,0	29,9	0,0	22,7	40,1	-	30,3	25,0	27,8	3,1	
Móveis e Diversos	-	-	1,6	1,2	2,2	1,4	-	1,0	-	-	0,8
Reciclagem	-	-	-	-	0,3	0,7	-	1,1	-	-	-

Fonte: OCDE (2002); IBGE (2002a). Pintec 2000.

(1) Inclui os setores Aeroespacial e Outros Materiais de Transporte.

No caso japonês, essa razão é de 47 entre os setores de computação e de refino, coque e nuclear. Na Alemanha, ela alcança 120 vezes (eletrônica/madeira, papel e celulose). No caso francês, chega à 133 vezes (aeronáutica/madeira, papel e celulose). Mesmo países em situação intermediária como a Coreia, com 35 vezes (eletrônica/madeira, papel e celulose), e os de baixa intensidade como a Itália, com 303 vezes (aeroespacial/minerais não-metálicos), apresentam diferenças notáveis. Essas distinções revelam que, em geral, os esforços tecnológicos dos países industrializados tendem a se concentrar em alguns setores de alta e média-alta tecnologia, nos quais foram construídas vantagens competitivas internas.

Esse aspecto é sensivelmente diferente em um país periférico como o Brasil, onde a diferença máxima chega a ser de 16 vezes (outros materiais de transporte/minerais não-metálicos). Se o contraste de intensidade tecnológica inter-setorial é relativamente menor do que nos países desenvolvidos, isso não significa que o Brasil tenha um maior nível de desenvolvimento industrial. Pelo contrário, neste caso, a homogeneidade dos níveis setoriais de intensidade tecnológica demonstra o oposto da homogeneidade dos níveis de produtividade.³ Ela revela, na verdade, a fraqueza dos setores de alta tecnologia e a falta de especialização dinâmica do sistema produtivo brasileiro.

A razão entre os extremos setoriais de intensidade tecnológica é um indicador imperfeito que pode esconder uma maior ou menor dispersão em torno de um comportamento médio da indústria. Já o indicador de dispersão média⁴ corrobora que os níveis de dispersão médios são muito superiores nos países desenvolvidos do que no Brasil. Neste país, esse indicador é próximo de um (1,15), ao passo que alcança patamares mais elevados em outras nações: Coréia (3,11), Espanha (5,02), Alemanha (8,48) e Canadá (11), conforme a Tabela 3). Esse indicador parece ser ainda mais sensível ao nível de desenvolvimento de um país. Quanto maior a renda *per capita*, maiores são as diferenças de intensidade de P&D devidas à especialização (Gráfico 1). No entanto, existem algumas distinções desse indicador nos países de maior renda entre aqueles que têm maiores mercados internos, tais como Estados Unidos, Japão e Alemanha, os quais têm menor coeficiente de dispersão, e países menores, como Canadá e França.

O maior grau de dispersão das intensidades de P&D setoriais nos países desenvolvidos se deve a uma acentuada especialização produtiva e tecnológica de seus sistemas de inovação em setores de alta e média-alta intensidade tecnológica. Em contrapartida, no Brasil, o menor grau de concentração dos esforços de P&D setoriais se devem à maior fraqueza dos setores de alta tecnologia e à falta de especialização da indústria brasileira em setores tecnologicamente dinâmicos.

Esse aspecto fica ainda mais nítido na comparação, entre países, dos setores classificados pela OCDE como sendo de alta tecnologia. Enquanto no setor farmacêutico a intensidade tecnológica do Reino Unido, que detém uma sensível vantagem competitiva no setor, ultrapassa a barreira dos 50%, ela é de apenas 1,5% no Brasil (Tabela 1).

No setor de computação, a proporção é muito inferior à dos Estados Unidos e à do Japão, o mesmo ocorrendo em instrumentação. Na aeronáutica, essa comparação não pode ser plenamente feita por causa de problemas de agregação,⁵ mas observam-se sensíveis desníveis entre o Brasil e outros países que detêm posições de liderança nessa indústria, como Estados Unidos, Canadá, França, Itália e Reino Unido. Embora nem sempre os países desenvolvidos apresentem intensidades altas em setores de alta ou média-alta intensidade tecnológica, esse coeficiente tende a ser mais elevado em pelo menos um desses setores, em que o país detém vantagem competitiva tecnológica. Assim, ainda que a intensidade tecnológica da indústria da Itália seja relativamente baixa, o coeficiente é elevado para os setores farmacêutico (10,7%), de informática (9,3%), de eletrônica (22,3%), automobilístico (9,7%) e aeroespacial (30,3%).

Já para setores de baixa intensidade tecnológica (alimentos, têxtil, madeira, refino, minerais não-metálicos, metalúrgica básica) e média-baixa (maquinaria, borracha e plásticos), a situação é muito mais favorável para o Brasil. As diferenças com os países ricos, quando elas existem, são menos acentuadas. Esse aspecto contribui para entender por que nesses setores o Brasil acumula suas vantagens competitivas. As empresas têm escala e apresentam níveis de atualização tecnológica e de produtividade mais próximos aos da fronteira tecnológica internacional (KATZ; STUMPO, 2001).

Os dados da estrutura do dispêndio por setor e por grupo de setor de intensidade (classificação da OCDE), conforme as Tabelas 4 e 5, confirmam as informações de intensidade tecnológica. Os setores de alta tecnologia possuem uma importância relativamente menor no dispêndio em P&D da indústria. O setor de alta tecnologia ocupa 27,9%

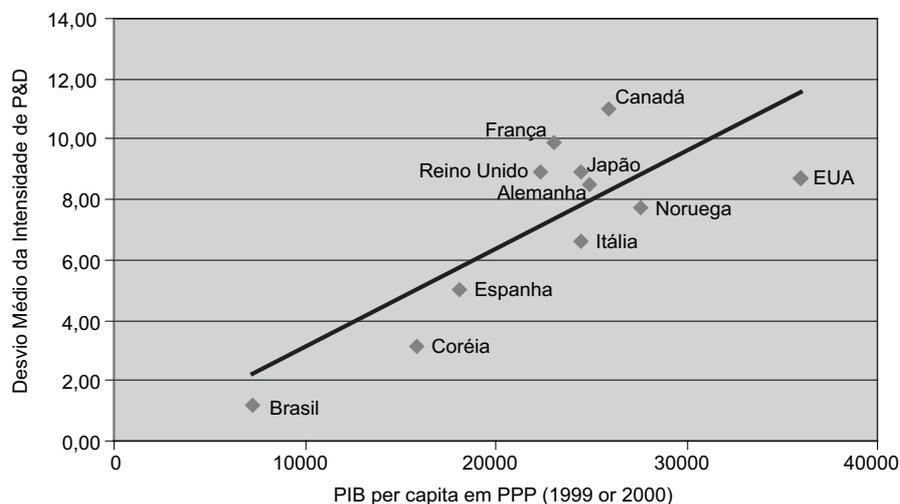
TABELA 3
Renda *per capita*, Quociente das Intensidades Extremas Setoriais de P&D e Desvio Médio das Intensidades de P&D Setoriais
Brasil e Países Selecionados – 1997-2000

Indicadores	EUA 2000	Japão 1998	Coréia 1997	Canadá 1999	França 2000	Alemanha 2000	Itália 2000	Espanha 1999	RU 1999	Noruega 1997	Brasil 2000
Quociente das Intensidades Extremas	59,8	47,1	35,8	81,33	133,7	120,7	303,0	83,3	271,0	54,5	16,5
Desvio Médio da Intensidade de P&D	8,70	8,93	3,11	11,00	9,92	8,48	6,64	5,02	8,89	7,75	1,15
PIB/p.c. (1999)	33.900	34.500	8.800	20.400	23.600	25.700	20.100	15.000	23.900	33.900	4.900
PIB/p.c.ppp (1999)	33.900	24.500	15.900	25.900	21.900	23.600	21.800	18.100	22.300	27.600	8.900

Fonte: OCDE (2000); MCT (2004).

GRÁFICO 1

PIB per capita e Índice de Desvio da Intensidade Média de P&D
Brasil e Países Selecionados – 1999-2000



Fonte: OCDE (2000); MCT (2004).

do dispêndio da indústria brasileira, ao passo que essa proporção atinge 80% no Canadá e patamares elevados em outros países: Estados Unidos (61,6%), Reino Unido (62,7%), França (54,4%), Coréia (60,9%), Itália (53,7%), Japão (44,3%). Apenas a Alemanha (34%) se aproxima do Brasil (Tabela 3). A Alemanha e o Japão possuem fortes posições competitivas nos setores de média-alta tecnologia.

De maneira geral, esse descompasso acontece em quase todos os setores de alta tecnologia, mas com países desenvolvidos distintos devido às especializações competitivas de cada um deles. Enquanto o setor farmacêutico representa 4,7% do dispêndio interno da indústria brasileira, essa proporção alcança 30,8% no Reino Unido, 15,4% na França e 10% nos Estados Unidos. No setor de informática, a proporção no Brasil é de 2,9%, em relação a 8% nos Estados Unidos, 11,3% no Japão e 8,5% na Coréia (Tabela 5). Mas nesse mesmo setor, a proporção brasileira é relativamente maior do que em países como França, Alemanha, Itália, Espanha e Reino Unido. Isso porque, nesses países, a indústria nacional de computadores praticamente deixou de existir, enquanto no Brasil a Lei de Informática criou incentivos para a execução interna de uma parcela do dispêndio dessa indústria. A mesma diferença se confirma nos setores eletrônico e de telecomunicações, cuja participação no dispêndio total é das mais expressivas nos países desenvolvidos: 19,9% nos Estados Unidos, 19,8% no Ja-

pão, 14,6% na França, 43,8% na Coréia, 24,5% na Itália e 42,4% no Canadá, em relação a 12,5% no Brasil. Novamente, a presença de grandes grupos nacionais no campo da eletrônica explica a maior participação desse setor nos gastos dos países desenvolvidos. A Alemanha destoa um pouco desse quadro, devido ao maior peso relativo dos setores de média-alta intensidade tecnológica para a competitividade dessa economia. No setor de instrumentação, a pequena proporção do gasto no Brasil (1,7%) se contrapõe aos 14,3% dos norte-americanos e aos 7,8% dos franceses. Aqui também se manifesta a força da indústria de instrumentação de alguns países desenvolvidos, principalmente os Estados Unidos.

A situação do Brasil é proporcionalmente mais favorável nos setores de menor intensidade tecnológica. Nos setores de média-alta intensidade tecnológica pela classificação da OCDE, a proporção de dispêndio interno da indústria é significativamente maior (38,4%) e fica aquém apenas de países como Alemanha (58%) e Japão (41,7%) e igualando-se à Itália (38,8%). Setores como o automobilístico, de máquinas e material elétrico e de equipamentos representam a principal parcela do dispêndio em P&D da indústria brasileira. Mas nos setores de média-baixa intensidade (refino e outros, borracha e plástico, minerais não-metálicos, metalurgia básica e produtos de metal) e nos de baixa intensidade (alimentos, têxtil, madeira e papel e móveis), a proporção de gastos das empresas brasileiras tende a ser

TABELA 4

**Estrutura do Dispêndio Interno da Indústria Manufatureira Brasileira,
segundo Grupos de Intensidade Tecnológica na Classificação da OCDE
Brasil e Países Selecionados – 1998-2001**

Em porcentagem

Grupos de Intensidade Tecnológica na OCDE	Canadá 2001	EUA 2000	Japão 2000	Coréia 2000	França 1999	Alemanha 2000	Itália 2001	Noruega 1998	Espanha 2000	RU 2000	Brasil 2000
Alta Intensidade Tecnológica	80,03	61,63	44,32	60,93	54,38	34,06	53,73	43,75	43,41	62,72	25,31
Média-Alta Intensidade Tecnológica	9,84	28,97	41,68	28,08	32,32	58,05	38,81	29,04	33,92	28,93	40,11
Média-Baixa Intensidade Tecnológica	4,99	4,78	8,63	6,93	9,22	5,59	4,85	16,73	10,93	4,49	20,97
Baixa Intensidade Tecnológica	5,29	4,47	5,37	4,18	4,08	2,30	2,61	10,29	11,74	3,87	12,28

Fonte: OCDE (2002); IBGE (2002a). Pintec 2000.

TABELA 5

**Estrutura do Dispêndio Interno da Indústria, segundo Setores
Brasil e Países Selecionados – 1998-2001**

Setores	Canadá 2001	EUA 2000	Japão 2000	Coréia 2000	França 1999	Alemanha 2000	Itália 2001	Noruega 1998	Espanha 2000	RU 2000	Brasil 2000
Alim., Bebidas e Fumo	1,47	1,23	2,53	1,67	2,10	0,66	1,62	5,33	4,34	2,87	6,13
Têxt., Conf. e Calçados	1,03	0,15	0,74	1,08	0,58	0,66	0,37	0,74	4,02	0,37	2,73
Mad., Pap., Celul. e Edição	1,91	2,47	1,16	0,48	0,47	0,44	0,37	4,23	2,09	0,37	2,30
Refino e Outros	0,73	0,92	0,32	2,39	1,63	0,11	0,87	2,94	1,29	2,00	12,02
Prod. Químicos	1,91	6,47	8,53	5,62	7,12	11,94	6,09	7,90	8,20	7,36	10,43
Prod. Farmacêuticos	9,25	10,02	7,26	1,67	15,40	6,68	10,70	8,09	12,22	30,80	3,04
Borracha e Plástico	0,44	1,23	2,53	1,67	3,27	1,86	2,49	1,84	2,57	0,62	2,46
Minerais Não-Metál.	0,15	0,62	1,68	0,60	1,52	1,31	0,37	1,47	2,73	0,50	1,38
Metalurgia Básica	2,06	0,46	2,95	1,55	1,63	0,77	0,37	9,01	1,93	0,62	3,90
Produtos de Metal	1,62	1,54	1,16	0,72	1,17	1,53	0,75	1,47	2,41	0,75	1,63
Máquinas e Equip.	3,08	5,24	9,79	3,35	5,25	10,41	9,33	13,42	9,00	7,61	9,21
Informática	7,05	8,01	11,37	8,48	2,22	2,08	1,24	1,84	1,29	1,25	2,94
Máq. e Material Elét.	2,20	2,93	10,32	2,03	4,32	3,29	2,99	4,41	6,27	4,61	7,02
Eletrôn. e Telecom.	42,44	19,88	19,79	43,85	14,59	11,72	24,25	24,82	14,63	11,10	10,43
Instrumentação	1,91	14,79	4,74	1,19	7,82	5,37	3,48	3,86	3,05	5,24	1,89
Veículos Automotores	2,64	14,33	13,05	17,08	15,64	32,42	20,40	3,31	10,45	9,35	12,66
Out. Mat. Transp.	19,38	8,94	1,16	5,73	14,35	8,21	14,05	5,15	12,22	14,34	7,01
Móveis e Diversos	0,88	0,62	0,95	0,96	0,93	0,55	0,25	0,00	1,29	0,25	1,11

Fonte: OCDE (2002); IBGE (2002a). Pintec 2000.

substancialmente superior à dos países desenvolvidos. A diferença mais notável a favor do Brasil fica por conta do setor de refino, cuja participação é de 11,5% e nos demais países desenvolvidos não alcança os 3%. Aqui, o peso da Petrobras explica indubitavelmente essa maior expressão de um setor que normalmente ocupa uma pequena parcela do gasto de um país desenvolvido. Mesmo na Noruega e no Reino Unido, dotados de indústrias do petróleo de maior envergadura que a brasileira, o gasto desse setor é relativamente menor do que o daqueles intensivos em tecnologia (Tabela 5).

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DOS ESFORÇOS DE RECURSOS HUMANOS: COMPARAÇÃO COM OS ESTADOS UNIDOS

Os dados sobre recursos humanos, entendidos como pesquisadores em tempo integral dedicados à P&D na indústria, confirmam basicamente as observações

anteriores, apoiadas nos dispêndios. Os setores de maior peso na alocação de recursos humanos para P&D pertencem ao grupo de média-alta tecnologia (Tabela 6). Esse conjunto é acompanhado por um outro mais heterogêneo (alimentos e bebidas, eletrônica e telecomunicações, outros materiais de transporte, máquinas e material elétrico), que junto com o anterior representa 61,4% dos pesquisadores da indústria brasileira. Esse grupo é mais heterogêneo tecnologicamente porque reúne setores de baixa intensidade (alimentos), de média-alta (máquinas e material elétrico) e de alta intensidade tecnológica (eletrônica e telecomunicações e outros materiais de transporte). Esses dados, além de revelarem importantes forças competitivas setoriais, mostram que a indústria brasileira possui uma distribuição relativamente mais homogênea de seus esforços de P&D do que a dos países desenvolvidos.

O padrão de esforço da indústria brasileira não se concentra nos setores de alta intensidade tecnológica, como revela a comparação com a estrutura dos recursos huma-

TABELA 6
Estrutura dos Recursos Humanos em P&D(1), segundo Setores da Indústria
Brasil e Estados Unidos – 2000-2001

Setores de Indústria	Brasil 2000	EUA 2001	Brasil %	EUA %
Total Manufaturados	19.802	515.400		
Alimentos, Bebidas e Fumo	1.707	9.100	8,62	1,77
Têxtil, Conf. e Calç.	914	2.100	4,62	0,41
Mad. e Papel e Cel. e Gráf.	661	13.700	3,34	2,66
Refino e Outros	894	2.800	4,51	0,54
Prod. Químicos	2.162	38.800	10,92	7,53
Prod. Farmacêuticos	814	42.500	4,11	8,25
Borracha e Plástico	691	12.300	3,49	2,39
Min. Não-Metálicos	345	6.600	1,74	1,28
Metalurgia Básica	727	4.600	3,67	0,89
Produtos de Metal	544	9.800	2,75	1,90
Máquinas e Equip.	2.108	51.700	10,65	10,03
Informática	741	23.200	3,74	4,50
Máq. e Material Elét.	1.326	22.700	6,70	4,40
Eletrôn. e Telecom.	1.507	89.400	7,61	17,35
Instrumentação	889	75.100	4,49	14,57
Veículos Automotores	2.013	75.200	10,17	14,59
Out. Mat. Transp.	1.330	33.400	6,72	6,48
Móveis e Diversos	429	2.400	2,17	0,47

Fonte: National Science Foundation (2003); IBGE (2002a). Pintec 2000.
(1) Por Pesquisador Equivalente de Tempo Integral – ETI.

nos dedicados à P&D da indústria manufatureira americana, obtida a partir dos dados levantados pela National Science Foundation – NSF. Nos Estados Unidos, responsável por quase a metade do dispêndio de P&D industrial na OCDE, há forte concentração nos setores de alta tecnologia (eletrônica, instrumentação, outros materiais de transporte e informática), com 51,1% dos recursos humanos, e em alguns segmentos de média-alta intensidade tecnológica (automobilística, máquinas e equipamentos e química), com 32,2%. Os dois grupos somam 83,3% do contingente total de recursos humanos da indústria alocados para P&D (Tabela 6).

EM BUSCA DE UM MARCO CONCEITUAL PARA EXPLICAR OS ESFORÇOS TECNOLÓGICOS DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

Essas diferenças estruturais dos esforços tecnológicos do Brasil em relação aos países desenvolvidos apontam para padrões setoriais muito distintos. As nações desenvolvidas possuem economias abertas, em que as indústrias crescem num ambiente competitivo. Essas economias são fortemente especializadas em setores de alta intensidade tecnológica e em alguns de média-alta intensidade. Conseqüentemente, possuem sistemas de P&D que concentram esforços nesses setores. Isso não se deve necessariamente a uma falta de vocação para segmentos de menor intensidade tecnológica, mas ao fato de que as barreiras tecnológicas à entrada, nos setores de alta tecnologia são muito elevadas. Para que empresas desses países possam construir posições competitivas, elas devem realizar substanciais esforços tecnológicos.

Nos países em desenvolvimento, os esforços tecnológicos ainda se realizam no contexto de economias relativamente fechadas, submetidas às limitações do estrangulamento externo, em que a indústria, sobretudo a de maior conteúdo tecnológico, desenvolve-se em razão da ocupação do mercado interno. As corporações têm estratégias imitativas, apoiadas na reprodução, imitação e adaptação de tecnologias provenientes dos países desenvolvidos líderes. Os esforços tecnológicos das empresas se direcionam a gerar inovações incrementais (KATZ, 1976; LALL, 1982). Nesse contexto de economias fechadas e dependentes, as multinacionais costumam liderar os setores de maior intensidade tecnológica, por terem um acesso privilegiado à importação de tecnologia das demais empresas do grupo, localizadas em países desenvolvidos. Com isso, observa-se um menor esforço tecnológico nos setores de alta tecnologia.

No caso brasileiro, apenas os esforços observados no setor de outros materiais de transporte, entre os de alta intensidade tecnológica, podem ser atribuídos a uma necessidade competitiva. Nesse setor, a Embraer se tornou uma grande exportadora de aviões apoiando-se no desenvolvimento de produtos próprios. Mas essa é uma exceção na indústria brasileira de alta tecnologia. Nos demais setores desse grupo, a maior parte da produção destina-se ao mercado interno e se apóia em conceitos tecnológicos desenvolvidos externamente. Os esforços tecnológicos mais expressivos do setor eletrônico e de informática são devidos a políticas explícitas de incentivo à P&D (incentivos fiscais da Lei de Informática).

A situação é bem diferente nos setores de maior peso nos esforços de P&D, que pertencem ao complexo metal-mecânico (máquinas, material elétrico e automobilística, metalúrgica básica, produtos de metal) e à química básica (química, refino e borracha e plásticos). Nesses segmentos a estrutura da indústria brasileira é mais sólida. Isso não significa que as empresas possuam uma capacidade de geração tecnológica endógena, salvo raras exceções como a Petrobras. Na maior parte dos casos os esforços tecnológicos visam adaptar a tecnologia importada ao contexto nacional. As necessidades de adaptação costumam ser maiores nesses setores do que nos de alta tecnologia.

Essa situação se reproduz nos segmentos de baixa intensidade tecnológica. A comparação do Brasil com os Estados Unidos revela que o esforço nacional, medido em termos de recursos humanos, é proporcionalmente muito maior nesses setores. Assim, o setor de alimentos é responsável por 8,6% do total de pesquisadores da indústria, ao passo que essa proporção é apenas de 1,77% nos Estados Unidos (Tabela 5). Nesse caso, também, os esforços tecnológicos empresariais se orientam à adaptação de produtos e processos ao mercado local.

PADRÕES DE ESFORÇOS TECNOLÓGICOS DA INDÚSTRIA BRASILEIRA: PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO SETORIAL

Durante muito tempo se considerou que os países em desenvolvimento eram meros importadores de tecnologia proveniente de países desenvolvidos. Somente a partir dos anos 70 e 80 começou-se a atentar para a existência de atividades tecnológicas nas empresas desses países (KATZ, 1976; BELL, 1984; LALL, 1982). Na maior parte das vezes, as atividades tecnológicas das empresas es-

tavam ligadas à produção e não requeriam P&D rotineira. As corporações não possuíam laboratórios de P&D. De toda evidência houve uma sensível evolução da P&D industrial no Brasil. Hoje, são quase 20 mil profissionais dedicados à atividade na indústria em equivalente tempo integral (Tabela 6). Existem 7.412 empresas que realizam P&D, das quais 3.178 de forma contínua.

Apesar do seu porte, os esforços tecnológicos da indústria brasileira seguem um padrão sensivelmente distinto daquele dos países desenvolvidos. Os setores de alta tecnologia, pela classificação da OCDE, têm menor expressão nesse quesito, em comparação com os dos países centrais. Eles formam um conjunto que não se destaca significativamente nem em termos proporcionais nem em intensidade tecnológica com relação aos demais setores da indústria.

Assim, propõe-se, neste trabalho, uma classificação alternativa para a indústria brasileira que eventualmente sirva de ponto de partida para uma reflexão mais sistemática sobre as características estruturais diferenciadas das trajetórias tecnológicas de países em desenvolvimento. Entretanto, a ausência de dados sobre os demais países desse grupo impossibilita ainda qualquer pretensão de generalização da classificação apresentada. Algumas das posições fortes no Brasil não são encontradas em outros países em desenvolvimento, ou seja, é provável que existam significativas diferenças de intensidade tecnológica entre essas nações, assim como as que são encontradas em países desenvolvidos. Uma classificação aplicável ao conjunto dos países em desenvolvimento requereria uma maior cobertura das estatísticas de P&D da indústria desagregadas setorialmente e elaboradas a partir de uma metodologia comum.

A classificação dos setores de acordo a sua intensidade de P&D possui significados distintos em um país desenvolvido daqueles assumidos nas nações em desenvolvimento. No primeiro caso, a classificação usada pela OCDE está apoiada no comportamento médio da indústria. Ela representa a dinâmica geral da fronteira tecnológica internacional. No entanto, como mostrado anteriormente, cada país desenvolvido se especializa em um pequeno número de indústrias, que variam caso a caso. Os países grandes possuem um maior número de setores em que se especializam do que os menores (Tabela 3 e Gráfico 1). No caso de um país em desenvolvimento, deve-se esperar um menor nível médio de esforço tecnológico e um comportamento muito mais homogêneo entre os setores.

Entretanto, uma carência de informações sobre gastos de P&D na indústria desagregadas setorialmente impossibilita a generalização dos padrões encontrados no Brasil para os demais países em desenvolvimento. Uma maior cobertura de casos nacionais seria necessária para que se chegasse a uma classificação setorial semelhante à da OCDE. Mesmo assim, informações ainda esparsas permitem adiantar que um aspecto importante do padrão dos países em desenvolvimento consiste em um menor nível de esforços de P&D, principalmente nos setores de alta tecnologia. Um recente estudo da indústria mexicana (CAPDEVIELLE, 2003), que se apoiou em dados de 1989-1991, corrobora dois aspectos centrais dos esforços tecnológicos de empresas industriais em países em desenvolvimento que são uma menor dispersão inter-setorial dos esforços tecnológicos e uma posição relativamente mais fraca nos setores de alta intensidade tecnológica.⁶

A classificação proposta para o caso brasileiro se apóia nas cifras de intensidade em P&D como as da OCDE. As diferenças de intensidade inter-setoriais que existem entre os quatro grandes grupos são muito menos acentuadas do que nos países desenvolvidos porque uma das características básicas dos esforços tecnológicos dos países em desenvolvimento é a sua maior homogeneidade. Em compensação, nos países da OCDE essas diferenças eram de 1,2% para o setor de baixa intensidade tecnológica até 27,5% para o setor de alta tecnologia, em 1999 (OECD, 2003). Na classificação proposta para o Brasil, esse leve se distribui entre 0,7% e 4,9% (Tabela 6).

Tais diferenças estruturais entre países desenvolvidos e em desenvolvimento podem ser amenizadas ou acentuadas por fatores variáveis de país para país. Uma análise do caso brasileiro permite identificar quatro itens principais:

- origem do capital;
- conteúdo local;
- conteúdo tácito/conteúdo codificado da tecnologia;
- políticas governamentais.

A origem estrangeira do capital atua, com os demais fatores, no sentido de reduzir o esforço tecnológico local. Já o conteúdo local, o conteúdo tácito e as políticas governamentais tendem a agir em sentido contrário, incrementando os esforços tecnológicos e aproximando-os dos esforços existentes em países desenvolvidos.

Assim, as maiores discrepâncias da nova classificação com a da OCDE estão no grupo de alta intensidade

tecnológica. O setor farmacêutico é o segmento de alta tecnologia que, no caso brasileiro, apresenta um nível de esforço tecnológico, notoriamente, muito inferior ao dos países desenvolvidos, sendo classificado como de média-baixa intensidade tecnológica. A maior presença de empresas multinacionais, que controlam 70% da produção desse setor, explica parcialmente esse comportamento. Mas esse não é o único fator, pois outros setores, em que empresas multinacionais estão fortemente implantadas, como os de eletrônica e veículos automotores, apresentam intensidades de P&D mais expressivas e até relativamente mais próximas das dos países desenvolvidos.

Entre os demais fatores, destaca-se a necessidade de adaptação da tecnologia transferida a partir dos países desenvolvidos, a qual tende a crescer com o conteúdo de produção local. Esse esforço de internalização da produção está muito associado, no caso brasileiro, ao tamanho do mercado interno. A sua grande dimensão justifica que as empresas tanto estrangeiras quanto nacionais realizem investimentos em diversas etapas do processo produtivo.

Porém, o esforço tecnológico local depende de muitos outros elementos, como as especificidades do mercado interno, dos insumos e dos serviços ofertados localmente e da relação entre conteúdo tácito e codificado da tecnologia transferida. As novas tecnologias, associadas aos complexos eletrônico e químico, comportam um maior nível de codificação, que torna o custo de sua cópia muito inferior ao de geração. Esse maior grau de codificação das novas tecnologias reconfigurou a agenda internacional sobre questões relativas à propriedade intelectual a partir da década de 80 e trouxe no seu bojo o acordo do Trade Related Propriety Rights – TRIPS (CORREA, 1989; 1997). Também possui fortes implicações na forma como ocorre a divisão do trabalho entre centro e periferia no processo de geração e difusão internacional da tecnologia. O maior grau de codificação das novas tecnologias tende a reduzir sensivelmente os esforços de adaptação aos contextos específicos locais, o que implica, por sua vez, uma menor intensidade tecnológica nesses setores nos países receptores.

Esse efeito resultante do elevado grau de codificação das novas tecnologias só é contrabalançado por um quarto fator: as políticas públicas. Estas explicam, em grande medida, os esforços tecnológicos internos e externos dos setores de alta tecnologia. A Lei de Informática, que permite o abatimento do imposto de renda dos gastos executados internamente e externamente com P&D e isenta de IPI as empresas que gastam 5% do faturamento em P&D,

justifica os esforços que são realizados tanto por empresas nacionais como multinacionais nos setores de informática e eletrônica no Brasil (Tabela 1). O caso da indústria aeronáutica se diferencia dos demais, na medida em que os esforços se direcionam para a geração endógena de tecnologia que dá sustentação à vantagem competitiva dinâmica adquirida no mercado internacional. Esse é o caso mais próximo ao de um país desenvolvido. No entanto, mesmo nesse exemplo, políticas públicas orientadas para a implantação de capacidade tecnológica no setor aeroespacial foram determinantes para explicar as diferenças inter-setoriais.

O único setor considerado neste artigo como de alta tecnologia, mas que não está incluído na classificação da OCDE, é o de material e equipamentos elétricos. Este possui uma forte presença de empresas multinacionais no Brasil, mas em compensação tem maiores necessidades de adaptação da tecnologia do que os setores eletrônico e farmacêutico. No segmento de bens de capital de encomenda é notória a necessidade de desenvolvimentos específicos, em razão do porte do parque hidroelétrico brasileiro. Para o segmento de eletrodomésticos presencia-se a uma indústria de grande porte, que se destaca na exportação de alguns produtos, como compressores.

Entre os setores de média-alta intensidade tecnológica, cujo comportamento pode ser explicado pela maior necessidade de adaptação da tecnologia transferida, destacam-se os de veículos automotores e máquinas e equipamentos. Esses setores realizam um significativo esforço tecnológico, que os coloca entre os mais expressivos no conjunto da indústria (Tabelas 4 e 5). Tanto na indústria de bens de capital como na de bens de consumo duráveis metal-mecânica, a transferência internacional de tecnologia requer um considerável esforço de adaptação que está associado a especificidades do mercado local. O grande porte do mercado brasileiro de veículos automotores, que foi ampliado para o Mercosul, justifica que empresas multinacionais desenvolvam esforços adaptativos. No caso da indústria de bens de capital, tais iniciativas decorrem de exigências dos setores usuários.

Os setores de média-baixa tecnologia formam um grupo heterogêneo, que inclui o setor farmacêutico, considerado de alta intensidade tecnológica, segundo a OCDE, mas em que as empresas multinacionais têm um padrão de esforço local muito mais modesto porque as necessidades de adaptação são relativamente baixas (maior conteúdo codificado). Não há políticas setoriais para o setor farmacêutico que incentivem as empresas a investirem

em P&D semelhantes às da indústria da informática e de telecomunicações (eletrônica). Paralelamente, o setor químico realiza um respeitável esforço tecnológico por conta da adaptação de tecnologia de processo e da introdução de inovações incrementais de produto, mas não se equipara com o de países desenvolvidos líderes, como Estados Unidos, Japão, França e Reino Unido (Tabela 1). Isso acontece porque, além de recorrer abundantemente à transferência internacional de tecnologia, a indústria química brasileira posiciona-se a montante da cadeia produtiva, quando são os segmentos posicionados a jusante (química fina) que apresentam maior intensidade tecnológica. A situação é muito distinta para o refino, em que a indústria brasileira apresenta uma expressiva posição de liderança. No conjunto, o grupo dos setores de média-baixa intensidade tecnológica ocupa o primeiro lugar no dispêndio interno (28,9%).

Os setores de baixa intensidade tecnológica são mais numerosos do que os presentes na classificação da OCDE. Incluem-se, além desses, minerais não-metálicos, metalúrgica básica e produtos metálicos. Eles possuem intensidades em níveis semelhantes aos dos países desenvolvidos (Tabela 1) e representam uma parcela muito maior do dispêndio total das empresas em P&D (Tabela 4 e Quadro 1).

CONCLUSÃO

A comparação dos dados de dispêndio e de recursos humanos do Brasil com um grupo de países da OCDE revela sensíveis diferenças estruturais nos padrões setoriais de esforço tecnológico. Os países em desenvolvimento, como o Brasil, realizam menos esforços tecnológicos que os países desenvolvidos. As diferenças são mais acentuadas nos setores de alta intensidade tecnológica do que nos de média e baixa tecnologia da classificação da OCDE. Isso explica porque há maior homogeneidade setorial das intensidades de P&D na indústria brasileira.

O padrão mais homogêneo de esforço tecnológico torna a classificação dos setores industriais por intensidade tecnológica da OCDE pouco significativa para países em desenvolvimento. Essa sistematização descreve o dinamismo da fronteira tecnológica internacional mas é pouco apropriada para descrever o processo de difusão tecnológica mundial, principalmente em países em desenvolvimento. A difusão internacional de tecnologia não pode ser entendida como um processo automático e sem esforço endógeno. No entanto, a natureza desse esforço é bastante distinta da vigente nos países desenvolvidos e tende a ser mais homogênea setorialmente. O caso brasileiro indica que alguns fatores adicionais podem atuar no senti-

QUADRO 1

Classificação dos Setores da Indústria Brasileira, segundo Intensidade Tecnológica

Faixa	Intensidade Tecnológica (P&D/Valor Adicionado)		Estrutura do Dispêndio Interno da Indústria	Grupo
	Intensidade Média (%)			
0 a menos de 1%	0,68	19,20	Baixa Intensidade: Alimentos, Bebidas e Fumo; Têxtil, Confecção e Calçados; Madeira, Papel, Celulose, Edição e Gráfica; Minerais Não-Metálicos, Metalúrgica Básica, Produtos Metálicos, Móveis e Diversos	
1 a menos de 2%	1,42	28,67	Média-Baixa Intensidade: Refino e Outros, Química, Borracha e Plástico, Farmacêutica	
2 a menos de 4%	2,62	26,76	Média-Alta Intensidade: Informática, Máquinas e Equipamentos, Instrumentos e Veículos Automotores	
4% e mais	4,94	24,46	Alta Intensidade Tecnológica: Material e Máquinas Elétricas, Eletrônica e Outro Material de Transporte	

Fonte: IBGE (2002a). Pintec 2000.

do de reduzir ou aumentar a distância entre o nível de esforço local e aquele vigente na fronteira tecnológica internacional.

Este artigo propôs uma classificação dos setores de acordo com a sua intensidade em P&D em quatro grandes grupos. Cada um dos grupos recebeu uma denominação similar à da classificação da OCDE. No entanto, as diferenças de intensidade entre esses grupos são bem menores no caso brasileiro do que no da OCDE. Esse esforço ainda não é suficiente para gerar uma nova classificação setorial porque o Brasil é apenas um caso. Ainda assim, tal classificação foi útil para identificar fatores críticos que explicam a diferença em relação aos padrões setoriais existentes nos países desenvolvidos.

Com o intuito de ajudar a explicar as distinções de intensidade de P&D dos setores industriais brasileiros, quatro importantes fatores foram identificados: origem do capital; o conteúdo de produção local; conteúdo codificado/tácito da tecnologia; e políticas públicas. A origem estrangeira do capital e o grau de codificação da tecnologia podem contribuir negativamente para o nível de esforço local, ao passo que o maior conteúdo local, o maior grau de conhecimento tácito da tecnologia e as políticas públicas de promoção da inovação podem agir de maneira contrária, ou seja, induzindo o maior nível de esforço tecnológico local.

Em alguns setores, como o farmacêutico, o alto grau de codificação da tecnologia ou, ao contrário, o baixo nível de conteúdo tácito que demanda a tecnologia transferida (incorporada em insumos) requer poucos esforços adaptativos. Em decorrência disso, os esforços de P&D são muito menores em países desenvolvidos. Entretanto, mesmo em setores com dinâmicas tecnológicas similares, a ação de políticas governamentais pode exercer um efeito contrário, como é o caso do setor eletrônico e de telecomunicações.

A propriedade estrangeira do capital pode se constituir em fator limitante dos esforços internos de P&D. A filial tem acesso privilegiado às fontes externas de conhecimento tecnológico e organizacional. Essa facilidade tende a inibir a necessidade de esforço interno. No entanto, esse fator pode ser contrabalançado por níveis mais elevados de conteúdo produtivo local e de conteúdo tácito da tecnologia. Esse é particularmente o caso de setores como o de veículos automotores e de equipamentos elétricos. O maior nível de conteúdo local está associado com o tamanho do mercado interno.

Dessa forma, os quatro fatores apresentados são importantes para explicar as diferenças de intensidade

tecnológica entre países em desenvolvimento e, também, para elucidar as diferenças entre as menores ou maiores aproximações com a classificação da OCDE.

NOTAS

1. A metodologia da OCDE está baseada em “three indicators of technological intensity reflecting, to different degrees, the ‘technology producer’ and the ‘technology user’ aspects: i) R&D expenditures divided by the value added; ii) R&D expenditures divided by the production; and iii) R&D expenditures plus technology embodied in intermediate and investment goods divided by production”. No entanto, “In the absence of updated ISIC Rev. 3 input-output tables (required for estimated embodied technology), only the first two indicators could be calculated” (OCDE, 2003, p. 155).

2. O total do dispêndio interno foi estimado a partir dos dados das empresas (gasto interno e externo) mais os dados do MCT de dispêndio público e das universidades privadas em pós-graduação. É interessante notar que a participação empresarial no financiamento da P&D é bastante superior, equivalendo a 38,2% do dispêndio interno.

3. Com base na teoria da Cepal (PINTO, 2000), pode-se afirmar que a heterogeneidade da produtividade entre atividades econômicas indica uma falta de desenvolvimento econômico e a existência de um tecido produtivo fraturado. A “heterogeneidade estrutural” é uma característica dos países em desenvolvimento devido à forma irregular e descontínua com que se difundem as novas tecnologias no sistema econômico, que se restringe aos segmentos mais modernos da economia. O restante das atividades econômicas e sociais permanecem excluídas, em grande parte, dos benefícios do progresso técnico. Por conseguinte, há uma maior dispersão da produtividade e também uma maior heterogeneidade tecnológica nos países em desenvolvimento (FURTADO, 1972).

4. Esse indicador é a média aritmética dos desvios absolutos dos setores em torno da média da indústria de um determinado país.

5. A indústria aeronáutica não é separada do restante de Outros Materiais de Transporte.

6. “Se compararmos com o gasto realizado nos Estados Unidos, podemos apreciar que no México o quociente P&D/Vendas é 0,58% contra 3,12% no primeiro país. Mas as diferenças setoriais variam de 0,35% para 1,6% no México, enquanto elas vão de 0,18% a 20,19% nos Estados Unidos. No setor intensivo em ciência a intensidade de P&D é de 9% nos Estados Unidos, enquanto ela é de 0,79% no México” (CAPDEVIELLE, 2003, p. 459, tradução do autor).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELL, R.M. Learning and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries. In: FRANSMAN, M.; KING, K. *Technological Capability in the Third World*. London: Macmillan, 1984.

CAPDEVIELLE, M. Composición tecnológica de la industria manufacturera mexicana. In: ABOITES, J.; DUTRENIT, G. (Coord.). *Innovación, Aprendizaje y Creación de Capacidades Tecnológicas*. México: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Miguel Angel Porrúa Ed., 2003.

CORREA, C. Propriedad intelectual, innovación tecnológica y comercio internacional. *Comercio Exterior*, v. 39, n. 12, p. 1.059-1.082, dez. 1989.

CORREA, C. New international standards for intellectual property: impact on technology flows and innovation in developing countries. *Science and Public Policy*, v. 24, n. 2, p. 79-92, abr. 1997.

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

FURTADO, A. et. al. (Coord.). *Capacitação tecnológica, competitividade e política industrial: uma abordagem setorial e por empresas líderes*. (Texto para discussão, n. 348). Brasília, Ipea, set. 1994.

FURTADO, C. *Teoria e Política do Desenvolvimento Econômico*. Rio de Janeiro: Companhia Editora Nacional, 1972.

IBGE. *Pesquisa Industrial – Inovação Tecnológica – Pintec 2000*. Rio de Janeiro: Finep, MCT, IBGE, 2002a.

IBGE. *Pesquisa Industrial 2000*. Rio de Janeiro, v. 19, n. 1 (Empresa), 2002b.

KATZ, J. *Importación de tecnología, aprendizaje y desarrollo dependiente*. México: Fondo de Cultura Económica, 1976.

KATZ, J.; STUMPO, G. Regimes sectoriales, productividad y competitividad internacional. *Revista de la Cepal*, n. 75, p. 137-159, dic. 2001.

LALL, S. Technological learning in the Third World: some implications of technological exports. In: STEWART, F.; JAMES, J. *The Economics of New Technology in Developing Countries*. London: Ed. Frances Pinter, 1982. p. 157-179.

MCT. *Indicadores de Ciência e Tecnologia*. Brasília, 2004.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. *Science and Engineering Indicators – 2002*. Washington, D.C.: 2003.

OCDE. *Science, Technology and Industry Scoreboard*. Paris: OCDE, 2003.

_____. *Science, Technology and Industry Outlook 2002*. Paris: OCDE, 2002.

_____. *OCDE in Figures, 2000*. Paris: OECD, 2000.

PINTO, A. Natureza e implicações da heterogeneidade estrutural da América Latina. In: BIELSCHOWSKY, R. (Org.). *Cinquenta anos de pensamento da Cepal*. Rio de Janeiro/São Paulo: Record, Cepal, Cofecon, v. 2, 2000. p. 567-588. (1.ed., 1970).

QUADROS, R.; FURTADO, A.; BERNARDES, R.C.; FRANCO, E. Padrões de inovação tecnológica na indústria paulista: comparação com países industrializados. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, Fundação Seade, v. 13, n. 1-2, p. 53-66, jan./jun. 1999.

SIRILLI, G. Old and new paradigms in the measurement of R&D. *Science and Public Policy*, v. 25, n. 5, p. 305-311, 1998.

ANDRÉ TOSI FURTADO: Professor do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências – Unicamp (furtado@ige.unicamp.br).

RUY DE QUADROS CARVALHO: Professor do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências – Unicamp (ruyqc@ige.unicamp.br).

Artigo recebido em 15 de fevereiro de 2005.

Aprovado em 9 de março de 2005.