



**X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión  
Tecnológica ALTEC 2003**  
“Conocimiento, Innovación y Competitividad: Los Desafíos  
de la Globalización”



**Padrões De Intensidade Tecnológica Da Indústria Brasileira: Um Estudo  
Comparativo Com Os Países Centrais**

André Tosi Furtado  
[furtado@ige.unicamp.br](mailto:furtado@ige.unicamp.br)

Ruy de Quadros Carvalho  
[ruyqc@ige.unicamp.br](mailto:ruyqc@ige.unicamp.br)

Departamento de Política Científica e Tecnológica  
Instituto de Geociências – UNICAMP

**Resumo**

O objetivo deste trabalho é mostrar que a indústria brasileira tem padrões diferenciados de esforços tecnológicos em relação aos países desenvolvidos. Para identificar esses padrões usamos indicadores de intensidade tecnológica (dispêndio de P&D/valor adicionado), de estrutura do dispêndio em P&D e de recursos humanos por setor da indústria. Comparamos esses indicadores com os de outros países desenvolvidos para os quais existem estatísticas similares. A comparação dos dados de dispêndio e de recursos humanos do Brasil com os de países desenvolvidos revela sensíveis diferenças estruturais nos padrões setoriais de esforço tecnológico. Essas diferenças foram atribuídas ao fato da economia brasileira ser relativamente fechada, não desenvolver especialização tecnológica em setores de alta ou média-alta tecnologia, fora o caso da indústria aeronáutica, e ser dependente do fluxo externo de tecnologia. Para explicar o padrão diferenciado brasileiro entre setores recorreu-se a três importantes fatores: codificação versus necessidade de adaptação da tecnologia transferida, presença de empresas estrangeiras e políticas públicas. Em função 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

# **Padrões De Intensidade Tecnológica Da Indústria Brasileira: Um Estudo Comparativo Com Os Países Centrais**

## **1) Introdução**

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 usamos indicadores de intensidade tecnológica (dispêndio de P&D/valor adicionado), de estrutura gasto de P&D e de recursos humanos por setor da indústria. Comparamos esses indicadores com os de outros países desenvolvidos para os quais existem estatísticas similares. A pesquisa recente de inovação tecnológica realizada pelo IBGE, denominada de Pintec 2000, que possibilita um salto qualitativo em matéria de dados sobre esforços tecnológicos de empresas industriais brasileiras, apresenta-se num padrão semelhante ao de outros países, 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 alii, 1994; Quadros et alii, 1999; Erber, 2001; Katz e Stumpo, 2001).

Pretendemos propor uma classificação dos setores industriais por intensidade tecnológica distinta daquela da OCDE. Num segundo item será feita uma breve caracterização da metodologia da base de dados da Pintec 2000. No terceiro item, analisaremos os dados de esforço tecnológico (dispêndios de P&D) da indústria brasileira por setor, comparando-os com os de países desenvolvidos. No quarto item, fazemos uma

análise comparativa da estrutura de recursos humanos (pesquisadores) entre o Brasil e os Estados- Unidos. No quinto item, introduziremos elementos analíticos que permitem explicar os padrões diferenciados de esforços tecnológicos e no sexto propomos uma classificação dos setores da indústria brasileira por nível de esforço tecnológico. O trabalho encerra-se com uma conclusão.

## **2) A Base de Dados da Pintec 2000 e os Indicadores de P&D**

A Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2000 (PINTEC-2000) produzida pelo IBGE (Instituto de Geografia e Estatística) representa um marco para as estatísticas de inovação tecnológica do setor industrial no Brasil. Anteriormente, uma pesquisa de inovação fora realizada, apoiada na metodologia do Manual de Oslo, para o Estado de São Paulo, cobrindo o período de 1994-1996 (Quadros et alii, 1999). Essa pesquisa, denominada de PAEP, foi coordenada pela Fundação Seade e não trazia estatísticas sobre dispêndios de 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 escopo 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.

Os dados sobre dispêndio publicados pelo Ministério de Ciência e Tecnologia anteriormente disponíveis se apoiavam em estimativas feitas a partir de bases de dados incompletas. Esses dados não permitiam uma desagregação em termos setoriais. Pela primeira vez está disponível no país uma base dados sobre dispêndio de P&D das empresas industriais que possibilita comparações com os dados publicados pela OCDE.

A cobertura da PINTEC-2000 é destacável. Trata-se de uma pesquisa das empresas industriais com mais de 10 empregados, cuja amostra é de 11.044 empresas. Essa amostra

representa um universo de 72.005 empresas industriais. Deste total, 22.698 ou 31,5% afirmaram terem 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. Este 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 apóiam em um universo de empresas um pouco distinto do que alimenta os dados utilizados em países desenvolvidos. Normalmente, os dados de dispêndio de P&D são obtidos a partir de pesquisas, apoiadas 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. 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 a categoria de empresa que a praticam irregularmente. Em compensação as pesquisas do Manual de Oslo só levantam informações sobre dispêndio de P&D das empresas que inovaram, excluindo aquelas que realizaram dispêndio de P&D sem ter inovado. No conjunto, a cobertura das pesquisas apoiadas no Manual de Oslo é mais ampla do que as que se apóiam no Manual Frascati (Sirilli, 1998).

### **3) 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 de P&D no Brasil<sup>1</sup>. 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% para os Estados- Unidos, o esforço de P&D executado internamente pelas empresas tem um peso não desprezível, que define o padrão tecnológico da indústria brasileira.

O esforço tecnológico pode ser medido através do indicador de intensidade tecnológica (dispêndio/valor adicionado ou dispêndio/receita líquida). O indicador (dispêndio/valor adicionado) é interessante porque possibilita comparações com as



estatísticas da OCDE (2002). Foi selecionado um conjunto de 10 países da OCDE, no qual se encontram as principais economias desse bloco mais a Noruega, a qual foi escolhida por apresentar algumas semelhanças com a economia brasileira, devido à importância econômica do setor primário (energia e pesca). A indústria manufatureira brasileira apresenta uma intensidade tecnológica (1,5%) bem inferior a todos esses países. O grupo de países da OCDE pode ser subdividido em quatro subconjuntos. Um subconjunto de países líderes com intensidade superior a 8% (Japão e EUA), um subgrupo de países europeus próximos com intensidades entre 6 e 7% (Alemanha, França e Reino Unido), um terceiro subconjunto de países que acompanham num patamar intermediário de 4% (Coreia, Noruega e Canadá) e, finalmente, um subgrupo de países atrasados com intensidades de 2% (Itália e Espanha). O Brasil estaria em um patamar mais próximo ao do Sul do Mediterrâneo, embora em um nível ainda inferior (Tabela 2).

Essas diferenças de intensidade entre países se devem a estruturas industriais distintas, mas, sobretudo, a disparidades de intensidades entre os mesmos setores de países diferentes. Podemos atribuir tanto o primeiro tipo de diferença como o segundo à especialização produtiva e a diferentes formas de inserção produtiva na Divisão Internacional do Trabalho. Neste trabalho enfocamos, principalmente, as diferenças de intensidades setoriais entre países e no interior de uma mesma economia.

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

Assim, a intensidade do setor de instrumentação (29,9%) é aproximadamente 60 vezes superior a do setor têxtil (0,5%) nos Estados-Unidos (Tabela 2). 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, ela alcança 133 vezes (aeronáutica/ madeira, papel e celulose). Mesmo em países em situação intermediária como a Coréia, com 35 vezes (eletrônica/madeira, papel e celulose) e de baixa intensidade como a Itália, 303 vezes (aeroespacial/minerais não metálicos) apresentam diferenças notáveis. Essas diferenças 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 10 vezes (outros materiais de transporte/minerais não metálicos). Se as diferenças de intensidade tecnológica inter-setoriais são relativamente menores do que nos países desenvolvidos, isto não significa de nenhum modo que o Brasil tenha um maior nível de desenvolvimento industrial. Pelo contrário, aqui a homogeneidade das intensidades setoriais revela o inverso que com a produtividade<sup>2</sup>. Ela revela, na verdade, a fraqueza dos setores de alta tecnologia e falta de especialização dinâmica do sistema produtivo brasileiro.

Este aspecto fica ainda mais nítido quando é feita a comparação entre países dos setores classificados pela OCDE como sendo de alta tecnologia<sup>3</sup>. Enquanto no setor farmacêutico, a intensidade tecnológica do Reino-Unido, país que destacadamente detém uma sensível vantagem competitiva nesse setor, ultrapassa a barreira dos 50%, ela é apenas 1,5% no Brasil (Tabela 1). No setor de computação ela é muito inferior a dos Estados-Unidos e do Japão. No setor de instrumentação, ela fica muito aquém desses dois países. Na Aeronáutica, essa comparação não pode ser plenamente feita por causa de problemas de agregação<sup>4</sup>, mas observam-se sensíveis desníveis entre o Brasil e outros países, que detém fortes posições nessa indústria, como os Estados-Unidos, Canadá, França, Itália e o 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, onde o país detém vantagem competitiva tecnológica. Assim, embora a intensidade tecnológica da indústria da Itália seja



relativamente baixa, este coeficiente é elevado para o setor farmacêutico (10,7%), de informática (9,3%), eletrônica (22,3%), automobilística (9,7%) e aeroespacial (30,3%).

Já para setores de baixa (alimentos, têxtil, madeira, refino, minerais não metálicos, metalúrgica básica) e média-baixa intensidade tecnológica (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 porque é nesses setores onde 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 e Stumpo, 2001).

Os dados da estrutura do dispêndio por setor e por grupo de setor de intensidade (classificação da OCDE) (Tabelas 3 e 4) confirmam as informações de intensidade tecnológica. Os setores de alta tecnologia possuem uma importância relativamente menor no dispêndio de P&D da indústria. O setor de alta tecnologia ocupa 27,9% do dispêndio da indústria brasileira, ao passo que essa proporção é de 80% no Canadá, 61,6% nos Estados- Unidos, 62,7% no Reino- Unido, 54,4% na França, 60,9% na Coreia, 53,7% na Itália, 44,3% no Japão. Apenas a Alemanha com 34% se aproxima do Brasil (Tabela 3). A Alemanha, assim como o Japão, são países que possuem fortes posições competitivas nos setores de média-alta tecnologia<sup>5</sup>.

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% do Reino- Unido, 15,4% da França, 10% do Estados Unidos. No setor de informática, a proporção no Brasil é de 2,9%, contra 8% nos Estados- Unidos, 11,3% no Japão e 8,5% da Coreia (Tabela 4). Mas nesse mesmo setor, a proporção brasileira é relativamente maior do que em países como a França, Alemanha, Itália, Espanha e Reino Unido. Isto 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 para o setor eletrônico e de telecomunicações, cuja participação no dispêndio total é das mais expressivas nos países desenvolvidos: 19,9% nos Estados- Unidos, 19,8% no Japão, 14,6% na França, 43,8% na Coreia, 24,5% na Itália,

42,4% no Canadá, contra 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 Estados-Unidos e aos 7,8% da França. Aqui também se manifesta a força da indústria de instrumentação de alguns países desenvolvidos, principalmente a americana.

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 a Alemanha (58%), Japão (41,7%), igualando-se a da Itália (38,8%). Setores como o automobilístico, máquinas e material elétrico, máquinas e equipamentos representam a principal parcela do dispêndio de P&D da indústria brasileira. Mas nos setores de média-baixa (refino e outros, borracha e plástico, minerais não metálicos, metalurgia básica e produtos de metal) e baixa intensidade (alimentos, têxtil, madeira e papel e móveis) a proporção de gastos das empresas brasileiras tende a ser substancialmente superior a dos países desenvolvidos. A diferença mais notável a favor do Brasil fica por conta do setor de refino, cuja participação é de 11,5%, mas que nos demais países desenvolvidos não alcança os 3%. Aqui o peso da Petrobras explica indubitavelmente essa maior expressão do gasto de um setor que normalmente ocupa uma pequena parcela do gasto de um país desenvolvido. Mesmo Noruega e Reino-Unido, que são países dotados de indústrias do petróleo de maior envergadura que a brasileira, o gasto desse setor é relativamente menor do que os setores intensivos em tecnologia (Tabela 4).

#### **4 – Características Estruturais Esforços de Recursos Humanos: comparação com os Estados-Unidos**

Os dados sobre recursos humanos, entendidos como pesquisadores em equivalente 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 dos de média-alta tecnologia (Tabela 5). Esse grupo é



acompanhado por um outro mais heterogêneo (alimentos e bebidas, eletrônica e telecomunicações, outros materiais de transporte, máquinas e material elétrico) que junto com os anteriores representam 61,4% dos pesquisadores da indústria brasileira. Esse grupo é mais heterogêneo tecnologicamente porque reúne setores considerados como de baixa intensidade (alimentos), com os de média-alta (máquinas e material elétrico) e de alta intensidade tecnológica (eletrônica e telecomunicações e outro material de transporte). Esses dados, além de revelar importantes forças competitivas setoriais, mostram que a indústria brasileira possui uma distribuição relativamente mais homogênea de seus esforços de P&D do que nos países desenvolvidos.

O padrão de esforço da indústria brasileira não se concentra nos setores alta intensidade tecnológica, como revela a comparação com a estrutura dos recursos humanos dedicados à P&D na indústria manufatureira americana, obtida a partir dos dados levantados pela NSF (National Science Foundation). Nos Estados Unidos, país que é responsável por quase a metade do dispêndio de P&D industrial na OCDE, os recursos estão fortemente concentrados nos setores de alta tecnologia (eletrônica, instrumentação, outro material de transporte e informática), com 51,1% dos recursos humanos, e em alguns setores de média-alta intensidade tecnológica (automobilística, máquinas e equipamentos e química), com 32,2%. Os dois grupos juntam 83,3% do contingente total de recursos humanos alocados na indústria à P&D (Tabela 5).

##### **5) 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 dos países desenvolvidos. Estes 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 setores de média-alta intensidade. Em decorrência, elas possuem sistemas de P&D na indústria que concentram esforços nesses setores. Isso não se deve necessariamente a uma falta de vocação para setores de menor intensidade tecnológica, mas ao fato de que as barreiras tecnológicas à entrada, nos setores de alta

tecnologia, são muitas 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, onde a indústria, sobretudo a de maior conteúdo tecnológico, se desenvolve em função da ocupação do mercado interno. As empresas 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 empresas multinacionais costumam liderar os setores de maior intensidade tecnológica, por terem um acesso privilegiado à importação de tecnologia das matrizes localizadas nos países desenvolvidos. Com isto, observa-se um menor esforço tecnológico dos 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 completa exceção na indústria brasileira de alta tecnologia. Nos demais setores de alta tecnologia, 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). Nestes setores a estrutura da indústria brasileira é mais sólida. Isto não significa que as empresas possuam uma capacidade de geração tecnológica endógena, salvo raras exceções como a da Petrobras. Na maior parte dos casos as empresas desenvolvem esforços tecnológicos para 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 setores de baixa intensidade tecnológica. A comparação do Brasil com os Estados Unidos revela que o esforço brasileiro, 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 do setor industrial, ao passo que essa proporção é apenas de 0,02% nos Estados Unidos (Tabela 5). Aqui também, os esforços tecnológicos das empresas se orientam à adaptação de produtos e processos ao mercado local.

#### **6) 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 1970 e 1980 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 estavam ligadas às de produção e não necessitavam de P&D rotineira. As empresas não possuíam laboratórios de P&D. De toda evidência houve uma sensível evolução da P&D industrial no Brasil. Hoje são quase 20.000 profissionais dedicados à P&D na indústria em equivalente tempo integral (Tabela 5). Existem 7.412 empresas que realizam atividades de P&D, das quais 3.178 de forma contínua.

O esforço tecnológico da indústria brasileira segue um padrão sensivelmente distinto dos países desenvolvidos. Os setores de alta tecnologia, pela classificação da OCDE, têm menor expressão em termos de intensidade tecnológica, quando comparados com o dos países centrais. Alguns setores de alta tecnologia possuem uma certa expressividade em termos de esforço tecnológico (telecomunicações, informática, aeronáutica), mas isso se deve, sobretudo, às políticas públicas. Com isto, os setores de alta tecnologia (pela classificação da OCDE) representam um conjunto que não se destaca significativamente nem em termos proporcionais e nem de intensidade tecnológica.

Em função dessas características estruturais distintas, propomos, neste trabalho, uma classificação alternativa que sirva para países em desenvolvimento com importantes estruturas industriais. Entretanto, a ausência de dados sobre os demais países em



desenvolvimento impossibilita ainda qualquer pretensão de generalização dessa classificação além do Brasil. Temos clareza que algumas das posições fortes no Brasil não são reencontrados em outros países em desenvolvimento, ou seja, é provável que existam significativas diferenças de intensidade tecnológica entre países em desenvolvimento, assim como as que foram encontradas para os países desenvolvidos. Uma classificação que fosse aplicável ao conjunto dos países em desenvolvimento requereria uma maior cobertura de casos nacionais.

A classificação se apóia nas cifras de intensidade tecnológica como as da OCDE. Porém, as diferenças de intensidade inter-setoriais são muito menos acentuadas do que nos países desenvolvidos, ou seja, uma característica básica dos esforços tecnológicos dos países em desenvolvimento é a sua muito maior homogeneidade. Separamos quatro grupos de acordo a sua intensidade tecnológica (Tabela 6).

A nova classificação mostra que as maiores discrepâncias com a da OCDE estão no grupo de alta intensidade tecnológica. O setor farmacêutico, que é notoriamente de alta tecnologia, apresenta um padrão de esforço tecnológico muito inferior no caso brasileiro, onde foi classificado como de média-baixa intensidade tecnológica. A maior presença de empresas multinacionais que controlam 80% da produção desse setor explicam parcialmente esse comportamento. Mas esse não é o único fator, pois outros setores, em que as empresas multinacionais estão fortemente implantadas como os de eletrônica e veículos automotores, apresentam intensidades mais expressivas e até relativamente mais próximas da dos países desenvolvidos.

Entre os demais fatores, se destaca a necessidade de adaptação da tecnologia transferida de países desenvolvidos, a qual tende a crescer com o nível de internalização da produção, mas não necessariamente. O nível de esforço adaptativo depende de muitos elementos como as especificidades do mercado interno, dos insumos e serviços ofertados localmente e da relação entre conteúdo tácito e codificado da tecnologia que é transferida. As novas tecnologias, associadas ao complexo eletrônico e químico, comportam um maior nível de codificação, que torna o custo de cópia da tecnologia muito inferior ao custo de geração da tecnologia. Esse maior grau de codificação das novas tecnologias reconfigurou a agenda internacional sobre questões relativas à propriedade intelectual a partir da década de 1980 e trouxe no seu bojo o acordo do TRIPS (Trade Related Property Rights). Mas

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 da tecnologia aos contextos específicos locais, o que implica por sua vez em 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 terceiro 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 (IR) e isenta de IPI as empresas que gastam 5% do faturamento em P&D, explica em grande medida 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. Este é o caso mais próximo a um país desenvolvido. No entanto, mesmo nesse caso, políticas públicas orientadas para a implantação de capacidade tecnológica no setor aeroespacial, foram determinantes para explicar as diferenças inter-setoriais.

O único setor classificado como de alta tecnologia, mas que não está incluído nessa categoria pela classificação da OCDE, é o de material e equipamentos elétricos. Este setor 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 função do porte do parque hidroelétrico brasileiro. Para o segmento de eletrodoméstico presencia-se a uma indústria de grande porte, que se destaca na exportação de alguns produtos (compressores).

Entre os setores de média-alta intensidade tecnológica, cujo comportamento pode ser explicado pela maior necessidade de adaptação da tecnologia transferida, tem-se, claramente, 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 3 e 4). Tanto na indústria de bens de capital e 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, esses esforços 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 onde 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 informática e de telecomunicações (eletrônica). Ao lado, temos o setor químico que realiza um respeitável esforço tecnológico por conta da adaptação de tecnologia de processo e da introdução de inovações incrementais de produto, mas que não se equipara com o de países desenvolvidos líderes como Estados Unidos, Japão, França e Reino Unido (Tabela 1). Isto 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, onde 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 destes, minerais não metálicos, metalúrgica básica e produtos metálicos. Eles possuem intensidades em níveis semelhantes a dos países desenvolvidos (Tabela 1) e representam uma parcela muito maior do dispêndio total das empresas em P&D (Tabelas 3 e 6).

## **6) Conclusão**

A comparação dos dados de dispêndio e de recursos humanos do Brasil com os de países desenvolvidos revela sensíveis diferenças estruturais nos padrões setoriais de esforço



tecnológico. Essas diferenças foram atribuídas ao fato da economia ser relativamente fechada, não desenvolver especialização tecnológica em setores de alta ou média-alta tecnologia, pela classificação da OCDE, fora o caso da indústria aeronáutica, e ser dependente do fluxo externo de tecnologia. Para explicar o padrão diferenciado brasileiro entre setores recorreu-se a três importantes fatores: codificação versus necessidade de adaptação da tecnologia transferida, presença de empresas estrangeiras e políticas públicas. Em função dessas diferenças, este trabalho propõe uma nova classificação dos setores por intensidade tecnológica diferente da OCDE para o caso brasileiro.

Tabela 1 : Esforços de P&D da Indústria de Transformação em 2000 (mil R\$)

Setor	Valor da Transformação Industrial	Dispêndio em P&D		Dispêndio em P&D Total	Estrutura P&D		Intensidade P&Dint./VTI P&Dtot./VTI		% Dispêndio Externo
		Interno	Externo		Interno	Total	P&Dint./VTI	P&Dtot./VTI	
Alim., Beb. e Fumo	35.807.205	227.680	31.965	259.645	6,13	5,99	0,64	0,73	12,31
Text. 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
Mín. ã Metal.	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
Maquinas 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
Maq. e Material Elet.	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
Total Manuf.	249.217.209	3.712.478	624.000	4.336.478			1,49	1,74	14,39

Fonte: Pintec 2000 e Pesquisa Industrial 2000.

Tabela 2: Intensidade Tecnológica dos Setores Industriais (P&amp;D/VTI em %)

	País	USA	Japão	Coréia	Canadá	França	Alemanha	Itália	Espanha	RU	Noruega	Brasil
	Ano	2000	1998	1999	1997	1999	2000	2000	1999	1999	1997	2000
Alimentos e Bebidas		1,0	1,9	0,7	0,5	1,0	0,5	0,3	0,5	1,2	1,6	0,6
Text. 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
Mín. não Metal.		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
Maquinas 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
Maq. e material Elétricos		9,1	18,7	10,6	3,4	7,7	3,3	1,5	3,3	6,6	4,8	4,2
Eletron. 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
Aeroespacial		21,0	29,9	0,0	22,7	40,1	-	30,3	25,0	27,8	3,1	
Móveis e Div.		-	-	1,6	1,2	2,2	1,4	-	1,0	-	-	0,8
Reciclagem		-	-	-	-	0,3	0,7	-	1,1	-	-	
Total Manufaturados		8,3	8,6	4,5	4,0	7,0	7,4	2,1	2,1	6,1	4,3	1,5

Fonte: OCDE, 2002; Pintec 2000.

Tabela 3 : Estrutura do Dispendio Interno da Indústria Manufatureira Brasileira por Grupo de Intensidade Tecnológica na Classificação da OCDE (em %)

Pais	Canada	USA	Japão	Coréia	França	Alemanha	Itália	Noruega	Espanha	R-U	Brasil
Ano	2001	2000	2000	2000	1999	2000	2001	1998	2000	2000	2000
Alta Int. Tec.	80,03	61,63	44,32	60,93	54,38	34,06	53,73	43,75	43,41	62,72	27,86
Média Alta Int.	9,84	28,97	41,68	28,08	32,32	58,05	38,81	29,04	33,92	28,93	38,35
Média Baixa Int.	4,99	4,78	8,63	6,93	9,22	5,59	4,85	16,73	10,93	4,49	20,97
Baixa Int.	5,29	4,47	5,37	4,18	4,08	2,30	2,61	10,29	11,74	3,87	11,85

Fonte : Pintec 2000 e OCDE, 2002.

Tabela 4 : Estrutura do Dispendio Interno na Indústria por Setores por Países

	Canada	USA	Japão	Coréia	França	Alemanha	Itália	Noruega	Espanha	R-U	Brasil
	2001	2000	2000	2000	1999	2000	2001	1998	2000	2000	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	5,99
Têxt. Conf. e Calçados	1,03	0,15	0,74	1,08	0,58	0,66	0,37	0,74	4,02	0,37	2,56
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	2,21
Refino e outros	0,73	0,92	0,32	2,39	1,63	0,11	0,87	2,94	1,29	2,00	11,49
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	4,67
Borracha e Plástico	0,44	1,23	2,53	1,67	3,27	1,86	2,49	1,84	2,57	0,62	2,73
Mínerais não Metal.	0,15	0,62	1,68	0,60	1,52	1,31	0,37	1,47	2,73	0,50	1,47
Metalurgia Básica	2,06	0,46	2,95	1,55	1,63	0,77	0,37	9,01	1,93	0,62	3,58
Produtos de Metal	1,62	1,54	1,16	0,72	1,17	1,53	0,75	1,47	2,41	0,75	1,70
Maquinas e Equip.	3,08	5,24	9,79	3,35	5,25	10,41	9,33	13,42	9,00	7,61	8,36
Informática	7,05	8,01	11,37	8,48	2,22	2,08	1,24	1,84	1,29	1,25	2,94
Maq. e Material Elet.	2,20	2,93	10,32	2,03	4,32	3,29	2,99	4,41	6,27	4,61	6,90
Eletron. e Telecom.	42,44	19,88	19,79	43,85	14,59	11,72	24,25	24,82	14,63	11,10	12,50
Instrumentação	1,91	14,79	4,74	1,19	7,82	5,37	3,48	3,86	3,05	5,24	1,69
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	6,06
Móveis e Diversos	0,88	0,62	0,95	0,96	0,93	0,55	0,25	0,00	1,29	0,25	1,09

Reciclagem

Fonte: Pintec 2000 e OCDE 2002



Tabela 5 : Estrutura dos Recursos Humanos em P&D por Setor da Indústria – Brasil e Estados Unidos (em Pesquisador Equivalente de Tempo Integral - ETI)

Pesquisadores ETI	Brasil	USA	Brasil	USA
	2000	2001	%	%
Alimentos e Bebidas	1.707	9.100	8,62	0,02
Textil Conf. e Calç.	914	2.100	4,62	0,41
Mad. e Papel e Cel. e Graf.	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
Maquinas e Equip.	2.108	51.700	10,65	10,03
Informática	741	23.200	3,74	4,50
Maq. e Material Elet.	1.326	22.700	6,70	4,40
Eletron. 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
Reciclagem				
<b>Total Manufaturados</b>	<b>19.802</b>	<b>515.400</b>		

Fonte: Pintec 2000, NSF- Science and Engineering Indicators –2002.

Tabela 6: Classificação dos Setores da Indústria Brasileira por Intensidade Tecnológica

Intensidade Tecnológica (P&D/Valor Adicionado)		Estrutura do Dispêndio Interno da Indústria	Grupo
Faixa	Intensidade Média (%)		
0 a <1%	0,68	19,20	<b>Baixa Intensidade:</b> Alimentos e Bebidas, Têxtil, Confeção e Calçados, Madeira e Papel, Minerais não Metálicos, Metalúrgica Básica, Produtos Metálicos, Móveis
1 a <2%	1,42	28,67	<b>Média-Baixa Intensidade:</b> Refino e outros, Química, Borracha e Plástico, Farmacêutica

2 a <4%	2,62	26,76	<b>Média-Alta Intensidade:</b> Computadores, Máquinas e Equipamentos, Instrumentos, Veículos Automotores
4% e mais	4,94	24,46	<b>Alta Intensidade Tecnológica:</b> Material e Máquinas Elétricas, Eletrônica e Outro Material de Transporte

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Pintec-2000.

### Notas

<sup>1</sup> O total do dispêndio interno foi estimado a partir dos dados de dispêndio das empresas (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.

<sup>2</sup> A heterogeneidade das intensidades tecnológicas deve ser lida de forma oposta à heterogeneidade tecnológica, abordada pela teoria da Cepal (Pinto, 1970). Isto porque o indicador da produtividade, à qual é associada a heterogeneidade tecnológica, se comporta inversamente ao de intensidade tecnológica. Nos países periféricos, como o Brasil, há forte heterogeneidade tecnológica, ao passo que nos países centrais ela tende a ser bem menor.

<sup>3</sup> Farmacêutica, eletrônico e comunicações, informática, instrumentação e aeroespacial.

<sup>4</sup> A indústria aeronáutica não é separada do restante de Outros Materiais de Transporte.

<sup>5</sup> Automobilística, Química, Máquinas, Material Elétrico e Outros Material de Transporte sem Aeroespacial.

### Referências Bibliográficas

- BELL, R.M. (1984) "Learning and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries" in FRANSMAN, M. & KING K. Technological Capability in the Third World, Macmillan: London, 1984.
- ERBER, F. S. (2001) "O padrão de desenvolvimento industrial e tecnológico e o futuro da indústria brasileira". Revista de Economia Contemporânea, UFRJ, Vol. 5. Edição especial.
- FURTADO, A. (coord.) (1994) "Capacitação Tecnológica, Competitividade e Política Industrial: uma Abordagem Setorial e por Empresas Líderes", Texto para Discussão N° 348, setembro, IPEA, Brasília.
- IBGE (2002) Pesquisa Industrial 2000, Vol. 19, N° 1, Empresa, IBGE.
- IBGE (2002) Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2000, Finep, MCT, IBGE: Rio de Janeiro.
- KATZ, J. (1976) Importación de tecnología, aprendizaje y desarrollo dependiente, Fondo de Cultura Económica: Mexico.
- KATZ, J. e STUMPO, G. (2001) "Regimes sectoriales, productividad y competitividad internacional", Revista de la CEPAL, N° 75, diciembre, pp. 137-159.
- LALL, S. (1982) "Technological learning in the Third World: some implications of technological exports", in F. Stewart and J. James. The Economics of New Technology in Developing Countries, ed. Frances Pinter: London, pp. 157-179.

- 
- OCDE (2002) Science, Technology and Industry Outlook 2002, OECD: Paris.
- PINTO, A. (1970) "Natureza e Implicações da Heterogeneidade Estrutural da América Latina" in R. Bielschowsky (org.) Cinquenta anos de pensamento da CEPAL, Ed. Record, CEPAL, Cofecon, Rio de Janeiro e São Paulo, 2000, vol 2, pp. 567-588.
- QUADROS R., FURTADO A., BERNARDES R. C. e FRANCO E. (1999) "Padrões de Inovação Tecnológica na Indústria Paulista: comparação com países industrializados", São Paulo em Perspectiva, Vol. 13, N° 1-2, pp. 53-66.
- SIRILLI, G. (1998), "Old and new paradigms in the measurement of R&D", Science and Public Policy, Vol. 25, n. 5, pp. 305-311.