

Comportamento da indústria nacional por segmentos de intensidade tecnológica em 2011: uma proposta metodológica de análise*

Resumo: O objetivo do artigo é classificar a indústria nacional por níveis de intensidade tecnológica. A partir de dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica 2011 (PINTEC 2011) e Pesquisa Industrial Anual 2011 (PIA 2011) utilizou-se a metodologia da OCDE para cálculo do indicador de intensidade em pesquisa e desenvolvimento. Os resultados indicaram esforço da indústria nacional em se adequar aos padrões tecnológicos internacionais, porém ainda com certa defasagem com relação à magnitude de intensidade de investimento em tecnologia. Verifica-se significativa melhora dos indicadores de Intensidade em Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D) e de Intensidade em Práticas de Inovação (IPIN), mas em relação ao valor de transformação industrial, identifica-se grande concentração dos setores industriais brasileiros em níveis baixos de tecnologia, com pequeno esforço em apropriação de tecnologia externa e criação de tecnologia própria, sendo este um fator restritivo ao desenvolvimento da economia nacional.

Palavras-chave: intensidade tecnológica; indústria de transformação; pesquisa e desenvolvimento; inovação.

Abstract: The purpose of this paper is to classify the Brazilian manufacturing sector by levels of technological intensity. Using data from the Technological Innovation Survey 2011 (PINTEC 2011) and the Annual Industrial Survey 2011 (PIA 2011) we applied the OECD methodology to calculate the research and development indicator. The results indicated effort from the Brazilian manufacturing sector to meet international technological standards, but still lagged with respect to the magnitude of intensity of investment in technology. We observe significant improvement in the R&D Intensity (IP&D) and Innovative Practices Intensity (IPIN), but in relation to the value of industrial transformation, although, there is still high concentration of Brazilian manufacturing sectors at low levels of technology, with little effort on both the transfer of foreign technologies and the internal creation of new technologies. These results show restrictive factors to the development of national economy.

Keywords: technological intensity; manufacturing industry; research and development; innovation.

JEL: L00, O30, O14

Flavio Kaue Fiuza-Moura*

Carina Diane Nakatani-Macedo**

Marcia Regina Gabardo da Camara***

Katy Maia****

* Doutorando em Economia do Desenvolvimento pela Universidade de São Paulo (FEA/USP). Endereço eletrônico: flaviokaufiuza@gmail.com. Endereço para correspondência: R. Domênico Cimarosa, 430 – São Paulo/SP

** Doutoranda em Economia Aplicada pela Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Endereço eletrônico: nakatanicarina@gmail.com

*** Professora do Departamento de Economia da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Endereço eletrônico: mgabardo@sercomtel.com.br

**** Professora do Departamento de Economia da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Endereço eletrônico: katymaia@terra.com.br

* Os autores agradecem ao editor, Rogério Mazali, e aos dois pareceristas ad hoc da Revista Brasileira de Economia de Empresas pelos comentários e sugestões. Todos os erros remanescentes são de nossa inteira responsabilidade.

1. Introdução

Muitos estudos na literatura econômica apontam a importância do progresso tecnológico para qualquer nação que almeje atingir ou manter patamares superiores de produção e desenvolvimento. De acordo com o arcabouço teórico desenvolvido pela Comissão Econômica para Desenvolvimento da América Latina - CEPAL, os países conhecidos como centrais – desenvolvidos – são tipicamente aqueles capazes de produzir bens e serviços mais intensivos em tecnologia, cuja baixa elasticidade preço da demanda – baixa devido ao grau de diferenciação e de inovação – é fator determinante para o enriquecimento nacional (ERBER, 2010).

Por outro lado, os países produtores de bens com baixa intensidade tecnológica – principalmente bens agrícolas e manufaturados de base – conhecidos como periféricos ou subdesenvolvidos – acabam por se encontrar numa “armadilha” ao se tornarem dependentes da exportação de produtos cujas estruturas de mercado estão mais próximas daquilo que se chama concorrência perfeita, estando à mercê dos preços de mercado e raramente transformando os poucos ganhos de produtividade em lucros ou maiores salários relativos.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE, com o intuito de medir a intensidade tecnológica da indústria de seus países componentes, desenvolveu uma metodologia de classificação industrial por intensidade tecnológica. Tal taxonomia, então, passou a ser largamente empregada no Brasil em trabalhos científicos e de divulgação de dados, cujo principal objetivo seria o de prover conhecimento suficiente para a execução de políticas para o desenvolvimento regional e nacional.

Porém, a classificação da OCDE – em alguns casos – pode não ser a mais adequada para a realização de políticas de âmbito nacional ou para aplicação em estudos que visem observar o comportamento da indústria brasileira segundo sua intensidade tecnológica, uma vez que sua metodologia não reflete, necessariamente, a realidade da indústria nacional, dado que a intensidade dos gastos com P&D (Pesquisa & Desenvolvimento - principal indicador utilizado para classificar os setores) de seus países-membro não é, obrigatoriamente, a mesma observada no Brasil. O indicador utilizado pela OCDE também não aborda o esforço setorial com importação de inovações, pois não mede os dispêndios em inovação que não estejam ligados a P&D, segundo Furtado e Carvalho (2005).

Prova disso são os resultados obtidos no estudo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2003) que, lançando mão da mesma metodologia empregada pela OCDE, classificou a indústria brasileira por níveis de intensidade tecnológica a partir da Pesquisa de Inovação Tecnológica – PINTEC 2000. Os resultados mostraram que alguns setores considerados de alta intensidade tecnológica, quando observados seus investimentos em P&D a nível global, não teriam a mesma classificação em território nacional.

Existem raros estudos no Brasil que façam uma classificação acurada dos setores industriais, o primeiro foi o estudo publicado pelo IBGE e o segundo foi desenvolvido por Furtado e Carvalho (2005). Também é necessário ressaltar que não foram encontrados estudos de tal natureza para a economia brasileira que utilizem um indicador capaz de captar o esforço com outras atividades em inovação além daquelas estritamente relacionadas com pesquisa e desenvolvimento. Considerando tais fatos, este estudo objetiva sanar tal deficiência realizando uma nova classificação da indústria nacional por níveis de intensidade tecnológica, através de uma base de dados mais atualizada – a saber, PINTEC 2011 e PIA 2011 – para que, então, tal classificação seja comparada com as poucas realizadas anteriormente, permitindo não só uma nova taxonomia como também uma análise comparativa e complementar da evolução tecnológica brasileira.

Para tal, utilizar-se-á a metodologia da OCDE, calculando a intensidade dos gastos com P&D sobre o valor de transformação industrial. Como caráter complementar da metodologia será calculado um novo indicador, para obter-se a intensidade não só de P&D, mas também das atividades em inovação. O novo indicador permite detectar setores onde há baixo investimento em pesquisa pura, porém elevado grau de inovação através de outras atividades.

O presente estudo se divide em cinco partes, incluindo esta introdução. A segunda parte tratará dos poucos estudos já realizados no Brasil para classificação dos setores industriais e suas contribuições para a literatura. A terceira parte abordará, detalhadamente, a estratégia empírica empregada para a obtenção de resultados. A quarta trará os resultados obtidos e sua interpretação. A última parte apresentará as considerações finais do trabalho, suas limitações, contribuições e indicações de possíveis estudos futuros

2. Revisão de Literatura

2.1 Crescimento e inovação

A inovação tecnológica tem tido papel de destaque na literatura econômica do crescimento econômico e é um importante fator que explica o crescimento das firmas. A partir dos trabalhos de Schumpeter (1982), Solow (1956, 1957) e Arrow (1962), a ciência econômica passou a ressaltar o progresso técnico e a difusão de inovações como fatores indutores de crescimento das firmas e do crescimento econômico das nações. Em Solow (1956), a tecnologia era um bem não-rival e não-apropriável, caracterizando-se como bem público, que evoluía em função do progresso científico não intencional. No modelo de learning by doing de Arrow (1962), trabalhadores e firmas aprendiam, endogeneizando o progresso técnico, mas destacava-se a importância dos mercados competitivos na incitação ao uso e disseminação de novas tecnologias.

No entanto, Dixit e Stiglitz (1977) afirmaram que as empresas que operavam em mercados concentrados apresentavam vantagens frente àquelas que operavam nos mercados competitivos na incitação da inovação, dado que oligopólios teriam recursos superiores para investir em P&D, podendo desenvolver endogenamente novos processos e produtos diferenciados. Romer (1990) enfatizou que o custo de desenvolvimento de novos bens declinava, à medida que surgiam novas ideias e novos produtos, pois haveria um maior contingente de mão de obra operando no setor de P&D, embora em termos relativos seja mantida a proporção com o crescimento populacional. A inovação contribuiria para o incremento da produtividade neste paradigma de variedade de produtos ao criar novos tipos de bens, mas não necessariamente produtos melhores (AGHION; HOWITT, 2006).

Jones (1995, 1999) criticou a relação entre taxa de progresso técnico e a quantidade absoluta de mão obra contratada em P&D destacada pelos autores anteriormente analisados, ao ressaltar que embora o número de engenheiros e cientistas contratados tenha crescido nos EUA, o ritmo de incremento da produtividade não acompanhou. No período recente, Barro e Sala-i-Martin (2004) destacaram que houve o desenvolvimento de modelos schumpeterianos embasados em Schumpeter (1934), com melhoria de qualidade dos produtos. Aghion e Howitt (1992) abordaram o processo de destruição criativa e postularam um modelo de inovações verticais, cuja principal particularidade era o fato de que as novas tecnologias tornavam as tecnologias prévias obsoletas. O progresso técnico era endogeneizado e a pesquisa era conduzida pelas firmas, que frente ao sucesso garantiam patentes e monopólios a partir do uso da inovação.

O estudo pioneiro de Griliches (1958) relaciona a inovação tecnológica e a produtividade, destacando o papel das atividades inovadoras no crescimento econômico, à luz da produtividade total dos fatores. Griliches (1979) afirma que os gastos em P&D passados e produtividade contribuem para a produção de inovações e a sua disseminação no processo produtivo, de forma que contribuam para o crescimento econômico.

A realização de esforços em inovação e de gastos em P&D pelas firmas na literatura econômica empírica também relaciona P&D, produtividade total dos fatores, acumulação das firmas e indicadores de desempenho satisfatórios. Griliches (1998) destacou a relação entre a produtividade e os gastos em P&D. Crépon, Duguet e Mairesse (1988) abordaram a importância de investimentos em P&D, inovação e desempenho das empresas. Estudos empíricos internacionais focando aspectos microeconômicos confirmaram a relação entre gastos em P&D, produtividade e crescimento a exemplo de Argilés, Potters e Vivarelli (2005) e Griffith et al. (2006).

Para Francis e Smith (1995), a separação entre propriedade e gerência nas firmas conduzia a assimetria informacional entre acionistas e gerentes, fator que afetava o comportamento e as decisões de investimento. Neste sentido, contratar terceiros para buscar soluções e promover a inovação nas corporações não trazia resultados satisfatórios por inúmeras razões, fatores que condicionavam a internalização dos esforços em inovação. Holmstrom (1989) analisou os custos de agência e inovação e verificou que os custos de contratação associados à promoção das atividades em inovação eram muito elevados em função das características da inovação: longo prazo, alto risco, resultados imprevisíveis, dado que a atividade era trabalho intensiva e de natureza idiossincrática. Por outro lado, Francis e Smith (1995) afirmaram que a literatura empírica destacava que os agentes não eram encorajados a investir em inovação, pois os ganhos correntes dos executivos normalmente concentravam-se em bônus de curto prazo, elemento que desestimulava investimentos em inovação cuja maturação se dava no longo prazo e favoreciam projetos de contribuição mais imediata, ampliando os ganhos do agente no curto prazo.

A literatura de economia e finanças tem se preocupado com os problemas relacionados aos incentivos à inovação, quando há informação assimétrica e o problema de risco moral pode ocorrer, em particular, afetando negativamente o desempenho inovador corporativo. Para Manso (2011), os acionistas das grandes corporações precisavam motivar seus gerentes para perseguir as estratégias de negócios em inovação; neste sentido, deveria existir tolerância ao desempenho não satisfatório nas estratégias em inovação no curto prazo e planos de compensação e recompensas no longo prazo, pois estes poderiam estimular a inovação. Segundo Ederer e Manso (2011), o aperfeiçoamento das leis de falência para empreendedores que tomam recursos emprestados e que disciplinam a governança corporativa, costumes, regulamentos e sistemas de compensação podem estimular investimentos em P&D e promover a produtividade da empresa no longo prazo. Holmstrom (1989) explorou os incentivos que a firma teria para inovar em uma perspectiva de um contrato que deveria exibir tolerância a fracassos; o autor sugeriu que o principal poderia motivar a inovação caso utilizasse incentivos menos dependentes ou sensíveis ao desempenho do agente. Em um contexto de contratos incompletos, os resultados da inovação não eram previsíveis, segundo Aghion e Tirole (1994) pois não havia como estabelecer ex-ante os prêmios e os ônus, logo a alocação ótima dos direitos de controle dos frutos da inovação seria um importante estímulo indutor à inovação.

Ainda com relação aos incentivos à inovação, Ferreira, Manso e Silva (2014) encontram que a estratégia ótima das empresas que pretendem adotar ideias já existentes é via financiamento público, enquanto firmas com exploração de ideias inovadoras adotam uma estratégia ótima quando utilizam financiamento privado. Ou seja, firmas cujo foco

seja criação de novas tecnologias por meio de novas ideias, práticas e produtos devem iniciar suas atividades por meio de propriedade privada em detrimento da propriedade pública.

Frésard et. al (2015) verificam que firmas com altos índices de investimento em P&D (tecnologia ainda não realizada) tem menor probabilidade de verticalização, enquanto firmas com altos índices de patentes (tecnologia realizada) costumam se verticalizar em maior proporção. Este fenômeno de não verticalização de firmas com alto investimento em P&D é resultado da perspectiva em manter incentivos ex ante sobre os investimentos de capital intangível.

Para Silva, Gonçalves e Perobelli (2010), as diferenças de coeficientes de P&D entre as economias desenvolvidas e a economia brasileira refletem a existência de setores fornecedores, nos países desenvolvidos, mais intensivos em tecnologia e esforço interno de P&D do que os setores fornecedores brasileiros, tal fato destaca a debilidade e a dependência tecnológica das empresas brasileiras nos setores à montante de sua cadeia industrial de insumo produto, que concentram seu esforço de P&D nas etapas finais do processo de inovação, dada a necessidade de adaptação para a venda no mercado consumidor. Justifica-se assim a presença de multinacionais – por natureza, intensivas em tecnologia e bens de capital – em setores fornecedores de insumos básicos no Brasil, pois os gastos em P&D são realizados pela matriz no país sede. No entanto, para os autores, houve incremento nos investimentos de P&D dos setores fornecedores entre os anos 1990 e anos 2000 em função principalmente da mudança estrutural promovida pela abertura econômica após 1990.

Segundo Silva, Gonçalves e Perobelli (2010) a produtividade reflete a “apropriação privada de inovações de produto dentro da indústria e o produto social das invenções nas indústrias que produzem seus insumos” e neste sentido “a produtividade da firma ou indústria depende dos seus esforços de pesquisa e do nível total de conhecimento geral ao qual ela tem acesso”.

Estudos empíricos nacionais selecionados permitem verificar melhoria nos indicadores de desempenho industrial brasileiro. Gomes, Pessoa e Veloso (2003) analisam a PTF entre 1950 e 2000 e identificam melhorias na PTF em comparação com a fronteira tecnológica em dois períodos na história recente da economia brasileira: entre 1967 e 1976; e entre 1992 e 2000. Destacam inovações tecnológicas e inovações institucionais como fatores relevantes.

Constantin et al. (2007) verificaram os efeitos positivos da inovação tecnológica no crescimento da PTF no Brasil entre 1970 e 1999. Garcia (2003) destaca que os gastos em P&D e inovação contribuíram positivamente e de forma significativa para a maior eficiência técnica das firmas representativas brasileiras. Para De Negri et. al. (2007) as empresas competitivas ofertam produtos de média e alta intensidade tecnológica, com significativa capacidade de inovação tecnológica endógena. Por outro lado, Carvalho e Avellar (2013) analisam os dados das PINTEC 2003, PINTEC 2005 e PINTEC 2008 e o desempenho produtivo medido pela produtividade do trabalho e pela PTF e encontram resultados que apontam que o esforço inovativo e a inovação resultam em baixo impacto na competitividade da indústria brasileira.

Silva (2009) analisa as características do processo de inovação tecnológica da indústria brasileira, destacando as aquisições de máquinas e equipamentos e os dispêndios em P&D. Os resultados da pesquisa dos autores sinalizam a existência de dependência tecnológica de uma parcela das empresas industriais brasileiras frente aos seus fornecedores ou a outras empresas existentes no grupo no qual estão inseridas. O estudo de Santana, Cavalcanti e Bezerra (2011) sugere que a inovação eleva a produtividade e o incremento é ainda superior nos setores cuja inserção internacional é elevada.

É interessante discutir com maior profundidade o estudo de Carvalho e Avellar (2013) que analisa os dados das PINTEC 2003, PINTEC 2005 e PINTEC 2008 e o desempenho produtivo medido pela produtividade do trabalho e pela PTF. O resultado da pesquisa com 2.846 empresas que operam nos segmentos de baixa, média e alta tecnologia revela que os indicadores de desempenho analisados foram positivos e melhoraram entre 2003 e 2005: esforço em inovação, pessoal ocupado com 3º grau e índice de tecnologia. As empresas apresentaram indicadores positivos e de maior intensidade de P&D, gastos em inovação e gastos com máquinas e equipamentos; mas a crise financeira internacional se alastrou em 2007/2008 e os autores verificaram redução de alguns indicadores no ano de 2008. Houve menor esforço tecnológico no indicador, no entanto os autores identificam crescimento da produtividade do trabalho no período analisado, a despeito do menor esforço em gastos e intensidade de P&D. A análise do comportamento empresarial revela a preocupação com a implementação de técnicas de gestão que melhoram rotinas e práticas de trabalho no interior das empresas. Segundo os autores, os resultados são significativos para as empresas de média intensidade tecnológica. Os autores concluem que, no caso das empresas brasileiras, a produtividade ainda está mais relacionada com esforços com maquinários do que em pesquisa e desenvolvimento.

A conclusão de Carvalho e Avellar (2013) aponta que o esforço em inovação e a própria inovação resultam em baixo impacto na competitividade da indústria brasileira, pois a inovação de produto, processo e organizacional não foram significativas para a Produtividade do Trabalho desta amostra de empresas brasileiras para todo o grupo de firmas analisado e para as empresas inseridas no grupo de baixa e de alta intensidade tecnológica.

Por fim, as mudanças do paradigma tecnológico após a crise de 2008, em conjunto com as mudanças institucionais e econômicas trazidas pelas tecnologias da informação e comunicação após os anos 1990, trazem a possibilidade de que a dinâmica de dependência e apropriação assimétrica do progresso técnico entre os mais pobres e mais ricos (entre centro e periferia) se enfraqueça e que novas tecnologias permitam um processo de catch-up ou mesmo forging ahead entre os países e entre diferentes segmentos sociais. Porém, as forças de mercado parecem ser insuficientes para que a redução do hiato tecnológico e social entre centro-periferia aconteça e, portanto, faz-se necessária ação racional por parte do governo no que tange o fomento de novas tecnologias criadas para (e pelos) mais pobres. Neste contexto (e numa perspectiva de economia evolucionária), pesquisas científicas que abordem a temática tecnológica devem considerar tanto as mudanças de paradigma quanto as mudanças comportamentais das firmas por meio de uma abordagem histórica e interdisciplinar, que admita a existência de verdades universais e verdades mutáveis (PEREZ, 2012a; PEREZ, 2012b)

2.2 Estudos brasileiros sobre a classificação dos setores industriais

A indústria brasileira segue um padrão diferente daquele da indústria dos países desenvolvidos, uma vez que os setores considerados de alta tecnologia pela OCDE não apresentam a mesma importância (nem em produção, nem em intensidade tecnológica) no Brasil e nos países centrais. Tal fato já foi evidenciado por Furtado e Carvalho (2005) ao realizarem um estudo comparativo entre a classificação por intensidade tecnológica da OCDE e uma classificação por intensidade tecnológica da indústria brasileira calculada através da PINTEC 2000.

Em países centrais (industrializados) as diferenças intersetoriais de intensidade tecnológica são elevadas, podendo o setor mais tecnológico apresentar 300 vezes mais intensidade em P&D que o setor de mais baixa tecnologia (FURTADO; CARVALHO, 2005).

Ao passo que em países periféricos tal fenômeno não é observado: Furtado e Carvalho (2005) encontram uma diferença de “apenas” 16 vezes a intensidade tecnológica quando comparados os setores de maior e menor gasto percentual em P&D.

Segundo os autores, a homogeneidade entre setores nos países menos industrializados indica um esforço generalizadamente baixo da indústria em absorver novas tecnologias e uma fraqueza dos setores de mais alta intensidade tecnológica no que tange sua especialização dinâmica. Estudo similar foi realizado pelo IBGE (2003), também através dos dados da PINTEC 2000, que classificou os setores brasileiros segundo o indicador de intensidade em P&D, encontrando grandes diferenças entre a estrutura de classificação da OCDE e a nacional.

A classificação utilizada pela OCDE é calculada pela média do desempenho obtido por seus países membros. Sendo assim, a classificação da OCDE acaba por refletir o padrão de intensidade tecnológica de países já desenvolvidos, cujos setores industriais buscam não a absorção de tecnologia existente, mas sim a criação de novos processos, produtos e máquinas. Prova disso é a estrutura de seu indicador que, apesar de captar com clareza a intensidade do esforço em pesquisa e desenvolvimento de novos processos e produtos, não contabiliza o dispêndio das firmas no que tange a apropriação de tecnologias e métodos já existentes, desenvolvidos nos demais nichos de mercados (nacionais ou internacionais).

É importante frisar que não foi encontrado nenhum estudo que se propusesse a classificar a indústria nacional por níveis de intensidade tecnológica utilizando-se de um indicador capaz de captar o esforço de importação tecnológica ao invés de apenas indicadores de P&D pura. Com exceção dos estudos de IBGE (2003) e Furtado e Carvalho (2005), não foram encontradas pesquisas que realizassem uma classificação da indústria nacional por níveis de intensidade tecnológica de forma independente da classificação internacional da OCDE.

É neste aspecto que o presente estudo procura avançar, estabelecendo uma nova classificação da indústria brasileira segundo a intensidade em P&D e inovando ao propor uma segunda forma de classificação, com base em práticas de inovação, que incluem aquisição de tecnologia externa.

3 Estratégia empírica e bases de dados

Para realização deste estudo foram utilizadas a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC 2011 – e a Pesquisa Industrial Anual – PIA 2011 – para a extração das variáveis necessárias ao cálculo do indicador de intensidade tecnológica conforme sugerido no manual *stan indicators* de autoria da OCDE (2011).

A PINTEC (pesquisa de inovação tecnológica) é realizada pelo IBGE e tem por objetivo a construção de indicadores setoriais e nacionais das atividades de inovação das empresas brasileiras, cujos dados são comparáveis aos obtidos em trabalhos de mesma natureza realizadas em outros países, pois se utiliza do manual de OSLO para pesquisas de inovação (IBGE, 2014).

A PIA (pesquisa industrial anual), também realizada pelo IBGE, reúne dados estatísticos sobre o desempenho do setor industrial brasileiro. Apresenta o número de pessoas ocupadas, salários, receitas, custos, valor de produção e VTI (valor de transformação industrial), entre outros fatores (IBGE, 2014).

Houve necessidade de compatibilização dos setores entre as duas pesquisas, uma vez que ambas utilizam agregações e desagregações distintas. Todos os setores estão classificados com base na CNAE 2.0 e são todos os que compõem a indústria de

transformação e indústria extrativa (apenas a indústria de transformação foi analisada de forma desagregada). (Quadro 1).

Quadro 1 - Setores da indústria de transformação e extrativa e seus respectivos códigos CNAE 2.0

Código	Setor
C	Indústrias de transformação
10	Fabricação de produtos alimentícios
11	Fabricação de bebidas
12	Fabricação de produtos do fumo
13	Fabricação de produtos têxteis
14	Confecção de artigos do vestuário e acessórios
15	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados
16	Fabricação de produtos de madeira
17.1	Fabricação de celulose e outras pastas
17.2 17.3 e 17.4	Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel
18	Impressão e reprodução de gravações
19.1 e 19.3	Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros)
19.2	Refino de petróleo
20.1	Fabricação de produtos químicos inorgânicos
20.2	Fabricação de produtos químicos orgânicos
20.3 20.4 20.5	Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários
20.6	Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal
20.7 20.9	Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins e de produtos diversos
21.1	Fabricação de produtos farmoquímicos
21.2	Fabricação de produtos farmacêuticos
22	Fabricação de artigos de borracha e plástico
23	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
24.1 24.2 24.3	Produtos siderúrgicos
24.4 24.5	Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição
25	Fabricação de produtos de metal
26.1	Fabricação de componentes eletrônicos
26.2	Fabricação de equipamentos de informática e periféricos
26.3	Fabricação de equipamentos de comunicação
26.6	Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação
26.4 26.5 26.7 26.8	Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos
27.1 27.3	Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica
27.5	Fabricação de eletrodomésticos
27.2 27.4 27.9	Fabricação de pilhas, lâmpadas e outros aparelhos elétricos
28.1	Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão
28.3	Máquinas e equipamentos para agropecuária
28.5	Máquinas para extração e construção

28.2 28.4 28.6	Outras máquinas e equipamentos
29.1 29.2	Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários, caminhões e ônibus
29.3 29.5	Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondicionamento de motores
29.4	Fabricação de peças e acessórios para veículos
30	Fabricação de outros equipamentos de transporte
31	Fabricação de móveis
32	Fabricação de produtos diversos
32.5	Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos
32.1 32.2 32.3 32.4 32.9	Outros produtos diversos
33	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos
B Indústrias extrativas	

Fonte: PINTEC 2011 e PIA 2011 – IBGE

Da PINTEC 2011 foram extraídos os valores do dispêndio com P&D e o valor total gasto com atividades em inovação. O dispêndio com P&D pode ser entendido como todo o valor gasto pelo setor em despesas correntes e de capital com o departamento de pesquisa e desenvolvimento, incluindo gastos para desenvolvimento de protótipos, software, plantas, etc.

Em relação ao gasto total com atividades de inovação, além do gasto com P&D, estão inclusos custos de aquisição de serviços externos de P&D (contratação de consultoria externa para desenvolvimento de novo produto ou compra de planta piloto, por exemplo), acordos de transferência de tecnologia, aquisição externa de software, aquisição de máquinas e equipamento para implementar novos processos, dispêndios com treinamento de mão de obra orientado para o desenvolvimento de novos produtos, gastos com introdução de inovações tecnológicas no mercado (inclui pesquisas de mercado e publicidade, ligados a novos produtos ou produtos aperfeiçoados) e outras preparações para produção e distribuição.

Da PIA 2011 foi extraído o valor de transformação industrial – VTI – de cada setor estudado. O VTI é a diferença entre o valor bruto da produção industrial (VBPI) e o custo com as operações industriais (COI), podendo ser compreendido como o valor agregado gerado pelo setor.

Para o cálculo do primeiro indicador – intensidade em P&D, chamado neste estudo de IP&D – foi utilizada a seguinte fórmula:

$$IP \& D = \frac{GP \& D}{VTI} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

IP&D = Intensidade em pesquisa e desenvolvimento (%)

GP&D = Gastos com pesquisa e desenvolvimento

VTI = Valor de transformação industrial

Tal indicador é calculado de forma similar àqueles calculados pela OCDE, IBGE (2003) e Furtado e Carvalho (2005). Para o cálculo do segundo indicador – intensidade em práticas de inovação, chamado neste estudo de IPIN – foi utilizada a seguinte fórmula:

$$IPIN = \frac{GPIN}{VTI} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

IPIN = Intensidade em práticas em inovação (%)

GPIN = Gasto total com práticas em inovação

VTI = Valor de transformação industrial

O indicador acima é calculado de forma análoga ao anterior, contudo cabe destacar seu ineditismo, pois esta é a primeira vez que o fator “gasto com práticas em inovação” é utilizado como substituto para “gasto com P&D”.

Utilizando-se da metodologia da OCDE para classificação industrial, todos os setores foram classificados segundo os resultados de seus respectivos indicadores, separando-os em segmentos de alta, média alta, média baixa e baixa intensidade, tanto para P&D como para atividades em inovação. Os intervalos para IP&D foram definidos da seguinte forma: até 0,9, de 1,0 até 1,9, de 2,0 até 3,9 e acima de 4,0 como os segmentos de baixa, média baixa, média alta e alta intensidade tecnológica, respectivamente. Os intervalos para IPIN foram definidos como: até 4,9, de 5,0 até 6,9, de 7,0 até 9,9 e acima de 10,0, para os segmentos de baixa, média baixa, média alta e alta intensidade tecnológica, respectivamente. É importante salientar que os intervalos para o IP&D adotados neste trabalho são os mesmos de Furtado e Carvalho (2005), já os intervalos para o IPIN foram criados segundo critério dos pesquisadores.

Com o intuito de melhor observar as duas classificações geradas – uma de acordo com intensidade em P&D e outra de acordo com intensidade em inovação – foi criado um quadro de níveis cruzados, resultando assim em quatro novas classificações: alto-alto (alto desempenho em ambos os indicadores), alto-baixo (alto desempenho no indicador IP&D e baixo desempenho no indicador IPIN), baixo-alto (baixo desempenho em IP&D, alto desempenho em IPIN) e baixo-baixo (baixo desempenho em ambos os indicadores). Para melhor interpretar tais relações, utilizou-se também de outro indicador, que relacionasse a participação relativa dos gastos com P&D sobre os gastos totais com inovação, chamado aqui de RP&D – representatividade de pesquisa e desenvolvimento. A interpretação dos resultados pode ser realizada conforme Quadro 2.

Quadro 2. Relação entre a classificação dos setores e seu grau de RP&D

Relação	Grau de RP&D e possível interpretação	
Alto-Alto	Elevado: Setor com grau de criação de novas tecnologias extremamente elevado, com pouca importação de tecnologia externa.	Baixo: Setor com elevado grau de criação de novas tecnologias e elevado grau de importação de tecnologia externa.
Alto-Baixo	Elevado: Setor com elevado grau de criação de novas tecnologias, com baixíssima ou nula importação de tecnologia externa.	Baixo: Um setor que seja considerado de elevado IP&D e baixo IPIN não deverá apresentar baixa RP&D.
Baixo-Alto	Elevado: Um setor com baixo IP&D e elevado IPIN não deverá apresentar alta RP&D.	Baixo: Setor com criação de tecnologia própria próxima de zero, porém com elevado grau de importação tecnológica.
Baixo-Baixo	Elevado: Baixa inovação própria e esforço nulo para importação de novas tecnologias.	Baixo: Setor com baixa inovação própria, porém apresentando algum esforço, ainda que pequeno, em importação de novas tecnologias.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao final foi elaborado um gráfico de dispersão com as relações cruzadas dos setores, mostrando seu desvio da média em IP&D e IPIN, permitindo a melhor visualização de sua distribuição. É importante salientar que esta metodologia, por ser idêntica à da OCDE com base em IP&D e complementar com relação ao IPIN, permite uma comparação relativa entre os setores da economia nacional. Porém, nossa metodologia não indica que os setores aqui considerados de alta tecnologia possam ser comparados aos setores de países desenvolvidos, uma vez que as intensidades em gastos com tecnologia de outras nações podem ser muito diferentes do observado no Brasil.

4. Análise de resultados

Os setores da indústria brasileira, com seus respectivos códigos e índices de intensidade tecnológica calculados, estão descritos na Tabela 1. A primeira coluna é referente ao código da CNAE 2.0, onde alguns setores foram agregados com intuito de compatibilizar as duas pesquisas utilizadas no cálculo dos indicadores (PIA e PINTEC). Na segunda coluna estão discriminados os setores da indústria de transformação e o setor da indústria extrativista agregado. A terceira e quarta colunas dizem respeito aos indicadores calculados. O primeiro deles, IP&D, mostra a intensidade, em valores percentuais, do investimento puro em pesquisa e desenvolvimento sobre o valor de transformação industrial de cada setor, sendo um indicador diretamente relacionado ao progresso e desenvolvimento de novas tecnologias. Já o segundo indicador, chamado de IPIN, demonstra a intensidade de investimento do setor em práticas de inovação sobre o valor de transformação industrial. Este inclui, além da pesquisa e desenvolvimento, quaisquer outros esforços financeiros em atividades de inovação não relacionadas, necessariamente, a P&D. A quinta e última coluna apresenta a relação de representatividade de IP&D sobre o IPIN, chamada de RP&D.

É possível identificar, na Tabela 1, que os setores que apresentaram maior valor para o IP&D foram os de fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal, enquanto que os setores de destaque no quesito IPIN foram os de fabricação de componentes eletrônicos e fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros). Os setores com maior desempenho em ambos os indicadores foram os de fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação e fabricação de equipamentos de comunicação.

Os setores com os IP&D mais baixo foram os de impressão e reprodução de gravações, fabricação de produtos alimentícios, fabricação de bebidas, confecção de artigos do vestuário e acessórios, impressão e reprodução de gravações, fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros), fabricação de produtos de minerais não-metálicos, fabricação de móveis e manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos. Já os setores com IPIN mais baixo são os de fabricação de celulose e outras pastas e fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos.

Ao comparar o setor de melhor com o de pior desempenho em IP&D, percebe-se que há uma diferença de 108,45 vezes entre o investimento de ambos os setores na presente pesquisa. O estudo de Furtado e Carvalho (2005) encontrou uma razão próxima a 16 vezes e os resultados dos países desenvolvidos a partir da metodologia da OCDE revelaram que a diferença chegava a 300 vezes. A mesma relação para o IPIN encontra-se na magnitude de 20,25 vezes, valor ainda muito baixo. Conforme os autores afirmaram em seu estudo, uma baixa razão entre o melhor e o pior setor no quesito “intensidade tecnológica” indica esforço generalizadamente baixo em inovação tecnológica, seja por meio de criação ou importação.

No Quadro 3 estão descritos os setores classificados em alta, média alta, média baixa e baixa intensidade tecnológica no quesito P&D. Os setores considerados de alta intensidade são aqueles relacionados à indústria química, farmacêutica, eletrônica, comunicação, fibras sintéticas, equipamentos e defensivos agrícolas, equipamentos de distribuição de energia elétrica, metais não ferrosos e alguns setores de transportes.

Nos níveis mais baixos de tecnologia encontra-se a maioria dos setores, incluindo produtos alimentícios, vestuário, móveis, produtos de madeira, eletrodomésticos, fumo, couro, borracha, celulose e seus derivados, refino de petróleo, biocombustíveis, tintas, pilhas, lâmpadas entre outros.

Ao comparar estes resultados com os obtidos por IBGE (2003), percebe-se uma

nítida aproximação da indústria nacional à classificação dada pela OCDE aos seus países-membro. Isso indica que, em termos relativos, de 2000 para 2011, os setores industriais do Brasil despenderam esforços no sentido de uma maior aproximação com o padrão internacional.

Tabela 1. Resultado do cálculo dos indicadores de IP&D, IPIN e RP&D para os setores da indústria de transformação e indústria extrativa (%) - 2011

Setor	IP&D	IPIN	RP&D
Total das Indústrias de transformação	1,76	5,98	29,4
Fabricação de produtos alimentícios	0,36	5,92	6,1
Fabricação de bebidas	0,43	4,35	9,9
Fabricação de produtos do fumo	1,18	4,01	29,4
Fabricação de produtos têxteis	0,63	4,9	12,9
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	0,29	2,89	10
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	1,07	4,6	23,3
Fabricação de produtos de madeira	0,62	6,36	9,7
Fabricação de celulose e outras pastas	0,56	1,48	37,8
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	0,94	4,82	19,5
Impressão e reprodução de gravações	0,11	9,89	1,1
Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros)	0,21	16,83	1,2
Refino de petróleo	1,97	2,8	70,4
Fabricação de produtos químicos inorgânicos	0,63	4,4	14,3
Fabricação de produtos químicos orgânicos	2,24	7,12	31,5
Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	3,16	7,23	43,7
Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	9,31	13,21	70,5
Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins e de produtos diversos	1,68	3,19	52,7
Fabricação de produtos farmoquímicos	2,86	6	47,7
Fabricação de produtos farmacêuticos	4,91	9,85	49,8
Fabricação de artigos de borracha e plástico	1,09	6,98	15,6
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,44	4,01	11
Produtos siderúrgicos	0,95	7,89	12

Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	2,55	14,9	17,1
Fabricação de produtos de metal	0,82	5,45	15
Fabricação de componentes eletrônicos	2,41	29,98	8
Fabricação de equipamentos de informática e periféricos	5,83	13,23	44,1
Fabricação de equipamentos de comunicação	11,41	22,37	51
Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	11,93	17,94	66,5
Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos	1,25	1,76	71
Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica	3,31	6,12	54,1
Fabricação de eletrodomésticos	1,94	8,78	22,1
Fabricação de pilhas, lâmpadas e outros aparelhos elétricos	1,71	8,83	19,4
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	0,81	3,38	24
Máquinas e equipamentos para agropecuária	3,59	7,25	49,5
Máquinas para extração e construção	1,8	8,35	21,6
Outras máquinas e equipamentos	1,5	4,24	35,4
Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários, caminhões e ônibus	4,39	8,82	49,8
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondicionamento de motores	1,5	2,7	55,6
Fabricação de peças e acessórios para veículos	2,89	5,62	51,4
Fabricação de outros equipamentos de transporte	4,85	10,95	44,3
Fabricação de móveis	0,37	5,98	6,2
Fabricação de produtos diversos	0,63	3,82	16,5
Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	0,99	5,19	19,1
Outros produtos diversos	0,41	2,97	13,8
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	0,19	3,66	5,2
Total das Indústrias extrativas	0,5	0,87	57,5

Fonte: Calculado pelos autores com base nos dados da PINTEC 2011 e PIA 2011.

Quadro 3. Classificação dos setores da indústria segundo sua intensidade tecnológica com base no indicador IP&D - 2011I

Setor	IP&D
Fabricação de aparelhos eletro médicos e eletro terapêuticos e equipamentos de irradiação Fabricação de equipamentos de comunicação Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal Fabricação de equipamentos de informática e periféricos Fabricação de produtos farmacêuticos Fabricação de outros equipamentos de transporte Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários, caminhões e ônibus	Alta
Máquinas e equipamentos para agropecuária Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários Fabricação de peças e acessórios para veículos Fabricação de produtos farmoquímicos Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição Fabricação de componentes eletrônicos Fabricação de produtos químicos orgânicos	Média Alta
Refino de petróleo Fabricação de eletrodomésticos Máquinas para extração e construção Fabricação de pilhas, lâmpadas e outros aparelhos elétricos Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins e de produtos diversos Outras máquinas e equipamentos Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondicionamento de motores Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos Fabricação de produtos do fumo Fabricação de artigos de borracha e plástico Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	Média Baixa

Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	Baixa
Produtos siderúrgicos	
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	
Fabricação de produtos de metal	
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	
Fabricação de produtos diversos	
Fabricação de produtos têxteis	
Fabricação de produtos químicos inorgânicos	
Fabricação de produtos de madeira	
Fabricação de celulose e outras pastas	
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	
Fabricação de bebidas	
Outros produtos diversos	
Fabricação de móveis	
Fabricação de produtos alimentícios	
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	
Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros)	
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	
Impressão e reprodução de gravações	

Fonte: Calculado pelos autores com base nos dados da PINTEC 2011 e PIA 2011.

O quadro 4 classifica os setores segundo o IPIN, indicando a intensidade com que é realizado o investimento em atividades de inovação em geral (sejam elas ligadas a P&D ou importação de tecnologia existente). Este quadro apresenta algumas mudanças se comparado ao quadro 3, o que sugere que há certa diversidade com relação aos gastos setoriais diretamente ligados a P&D e gastos com demais atividades. Ao comparar estes resultados com a classificação por intensidade tecnológica dos países membro da OCDE, percebe-se certa diferença entre a classificação dos setores. Porém, é válido ressaltar que os valores deste indicador apresentam maior homogeneidade (como visto na Tabela 1) e, portanto, tal discrepância pode ser entendida com um resultado do esforço generalizadamente baixo em investimento tecnológico.

Quadro 4. Classificação dos setores da indústria segundo sua intensidade tecnológica, com base no indicador de intensidade em atividades de inovação -2011

Setor	IPIN
Fabricação de componentes eletrônicos Fabricação de equipamentos de comunicação Fabricação de aparelhos eletro médicos e eletro terapêuticos e equipamentos de irradiação Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros) Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição Fabricação de equipamentos de informática e periféricos Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal Fabricação de outros equipamentos de transporte	Alta
Impressão e reprodução de gravações Fabricação de produtos farmacêuticos Fabricação de pilhas, lâmpadas e outros aparelhos elétricos Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários, caminhões e ônibus Fabricação de eletrodomésticos Máquinas para extração e construção Produtos siderúrgicos Máquinas e equipamentos para agropecuária Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários Fabricação de produtos químicos orgânicos	Média Alta
Fabricação de artigos de borracha e plástico Fabricação de produtos de madeira Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica Fabricação de produtos farmoquímicos Fabricação de móveis Fabricação de produtos alimentícios Fabricação de peças e acessórios para veículos Fabricação de produtos de metal Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	Média Baixa

Fabricação de produtos têxteis	Baixa
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	
Fabricação de produtos químicos inorgânicos	
Fabricação de bebidas	
Outras máquinas e equipamentos	
Fabricação de produtos do fumo	
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	
Fabricação de produtos diversos	
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	
Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins e de produtos diversos	
Outros produtos diversos	
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	
Refino de petróleo	
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondicionamento de motores	
Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos	
Fabricação de celulose e outras pastas	

Fonte: Calculado pelos autores com base nos dados da PINTEC 2011 e PIA 2011.

No quadro 5 estão listados os setores de classificação cruzada “alto-alto” e sua classificação de acordo com o grau de RP&D. Percebe-se que entre os setores que apresentam alta intensidade tanto em IP&D quanto em IPIN existe certa homogeneidade, sendo que praticamente todos tem elevada participação da P&D sobre o investimento total em tecnologia, sendo, portanto, mais focados em criação de tecnologia própria do que em importação de tecnologia externa. Os únicos dois setores com baixa RP&D foram os de metalurgia de metais não-ferrosos e fundição e fabricação de componentes eletrônicos. Pode-se interpretar que estes, além de forte investimento em P&D própria, depreendem grande esforço em importação de novas tecnologias através de aquisição de capital, consultoria, compra de novos softwares, benchmarking e quaisquer outras inovações de origem externa à firma.

Já no quadro 6 estão os setores “baixo-baixo” classificados pela RP&D. É perceptível a maior heterogeneidade com relação às participações de investimento em P&D sobre o investimento tecnológico total das firmas. Os setores com baixa RP&D são maioria neste caso, como esperado, indicando algum esforço para importação de novas tecnologias e processos, apesar de baixo dispêndio com inovação própria através de P&D. Já os setores com elevada RP&D mostram maior dependência de inovação própria; quando observada a taxonomia da OCDE para intensidade tecnológica, são considerados de maior intensidade tecnológica relativa em países desenvolvidos. Este fator indica que tais setores, no Brasil, estão aquém da intensidade tecnológica esperada e precisam, ainda, expandir seus esforços tecnológicos caso almejem maior inserção internacional.

Quadro 5. Setores do tipo “alto-alto”, classificados de acordo com a RP&D - 2011

Setor	RP&D
Fabricação de produtos químicos orgânicos	Alta
Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	
Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	
Fabricação de produtos farmacêuticos	
Fabricação de equipamentos de informática e periféricos	
Fabricação de equipamentos de comunicação	
Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	
Máquinas e equipamentos para agropecuária	
Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus	
Fabricação de outros equipamentos de transporte	
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	Baixa
Fabricação de componentes eletrônicos	

Fonte: Calculado pelos autores com base nos dados da PINTEC 2011 e PIA 2011.

Quadro 6. Setores do tipo “baixo-baixo”, classificados de acordo com a RP&D - 2011

Setor	RP&D
Fabricação de celulose e outras pastas	Alta
Refino de petróleo	
Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins e de produtos diversos	
Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos	
Outras máquinas e equipamentos	
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondicionamento de motores	
Fabricação de produtos alimentícios	Baixa
Fabricação de bebidas	
Fabricação de produtos do fumo	
Fabricação de produtos têxteis	
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	
Fabricação de produtos de madeira	
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	
Fabricação de produtos químicos inorgânicos	
Fabricação de artigos de borracha e plástico	
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	
Fabricação de produtos de metal	
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	
Fabricação de móveis	
Fabricação de produtos diversos	
Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	
Outros produtos diversos	
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	

Fonte: Calculado pelos autores com base nos dados da PINTEC 2011 e PIA 2011

No quadro 7 são apresentados os setores classificados pelo desempenho cruzado dos indicadores, como alto-baixo e baixo-alto. É válido ressaltar que dentre os setores cuja classificação cruzada foi alto-baixo, nenhum apresentou baixa RP&D, bem como nenhum setor com classificação baixo-alto apresentou elevada RP&D. Estes resultados são consistentes com o esperado tendo em vista os resultados expostos no Quadro 2.

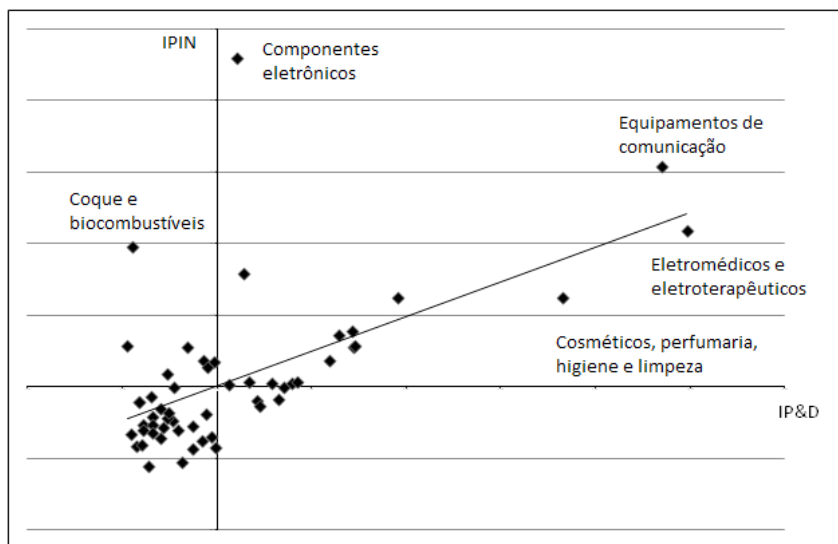
Quadro 7. Setores de desempenho cruzado entre IP&D e IPIN classificados como alto-baixo e baixo-alto - 2011

Setor	Relação
Fabricação de produtos farmoquímicos	Alto-Baixo
Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica	
Fabricação de peças e acessórios para veículos	
Impressão e reprodução de gravações	Baixo-Alto
Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros)	
Produtos siderúrgicos	
Fabricação de eletrodomésticos	
Fabricação de pilhas, lâmpadas e outros aparelhos elétricos	
Máquinas para extração e construção	

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da PINTEC 2011 e PIA 2011.

A figura 1 mostra a dispersão dos setores segundo os valores cruzados em seus indicadores IP&D (eixo horizontal) e IPIN (eixo vertical). O primeiro quadrante do gráfico indica os setores com indicadores alto-alto, o segundo é para os setores com indicadores alto-baixo, o terceiro é baixo-baixo e o quarto quadrante é para setores baixo-alto. É nítida a concentração de setores próximos à origem e no terceiro quadrante, indicando homogeneidade da indústria nacional em seu baixo esforço de inovação tecnológica. Poucos setores se distanciam da origem, atingindo elevados níveis de investimento tecnológico.

Figura 1. Dispersão da classificação cruzada dos indicadores IP&D e IPIN entre os setores da indústria no Brasil em 2011



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da PINTEC 2011 e PIA 2011.

Alguns setores destacam-se como outliers, apresentando grande distanciamento dos demais. Dentre esses setores, podemos citar os setores de eletrônicos, setores ligados à

área da saúde e de produtos químicos. Com relação ao setor de cosméticos, perfumaria, higiene e limpeza, vale ressaltar que não só este setor apresenta uma classificação alto-alto como também elevado RP&D, indicando que é um setor de ponta em investimentos para geração interna de tecnologia.

O setor de coque e biocombustíveis e o de refino de petróleo merecem destaque, visto que apresentam baixo IP&D e elevado IPIN. Em outras palavras, esses setores possuem baixa geração interna de tecnologia e elevada adoção de tecnologias externas, estes resultados dialogam positivamente com a relação entre domínio público ou privado e a adoção de ideias existentes ou inovadoras, exposta por Ferreira, Manso e Silva (2014).

Por fim, os resultados aqui expostos corroboram trabalhos anteriores, indicando o baixo impacto dos esforços em inovação sobre a competitividade industrial, destacado por Carvalho e Avellar (2013), a dependência tecnológica das empresas industriais brasileiras destacada por Silva (2009) e a elevada participação de multinacionais no mercado brasileiro, induzida pela debilidade nacional de investimentos em P&D nos setores fornecedores da cadeia produtiva que, de acordo com Silva, Gonçalves e Perobelli (2010), podem ser originárias do baixo grau de especialização dinâmica de investimentos em atividades de inovação e da intensidade de investimentos em P&D ainda aquém do observado nos países desenvolvidos.

Por outro lado, ao comparar o resultado referente à intensidade em P&D desta pesquisa com o encontrado por Furtado e Carvalho (2005), pode-se afirmar que os setores industriais brasileiros buscaram intensificar os investimentos em tecnologia e que a estrutura tecnológica nacional mostrou convergência com a estrutura internacional. Resultado este que confirma a tendência temporal de aumento da produtividade total dos fatores influenciada, ao menos em parte, pela aceleração de inovações tecnológicas (GOMES; PESSOA; VELOSO, 2003; CONSTANTIN et al., 2007), bem como a existência de empresas brasileiras competitivas de elevada intensidade tecnológica e com capacidade para inovação endógena (DE NEGRI et al. 2011).

Uma vez que o foco deste estudo é a proposta de uma metodologia complementar à utilizada pela OCDE, com o intuito de munir novas pesquisas com uma base mais abrangente de indicadores analíticos, destacam-se os trabalhos de Furtado (2004); Corrêa et al. (2011); Klein, Hasenclever e Machado (2011); Póvoa e Monsueto (2012) e outros para o leitor interessado em se aprofundar em questões setoriais específicas, relacionadas ao investimento em progresso técnico, principalmente no que tange os setores químico e da saúde e seu empreendimento em nano e biotecnologia.

5. Conclusão

A partir deste estudo concluiu-se que, apesar de ainda ser atrasada com relação à magnitude de gastos com tecnologia, a indústria nacional passou por um processo de aproximação à indústria internacional no que tange a estrutura relativa de intensidade tecnológica.

Quanto ao hiato entre os setores de maior e de menor intensidade em P&D, percebe-se nítida melhora ao longo dos anos, visto que tal diferença era de 16 vezes em 2000, passando para aproximadamente 108 em 2011, indicando uma adequação da indústria brasileira à indústria internacional, a qual atingiu a magnitude de 300 vezes em 2000.

Porém, ao aplicar o mesmo cálculo para o indicador IPIN (intensidade em práticas em inovação) percebe-se que a diferença é reduzida, chegando apenas à ordem de 20 vezes, aproximadamente, o que manifesta um esforço baixo de importação tecnológica de todos os setores.

Os setores da indústria, quando ordenados segundo o indicador de intensidade

em pesquisa e desenvolvimento, apresentam significativa melhora em sua classificação se comparados com o resultado obtido nos estudos anteriores, revelando que, sob a ótica dos gastos com P&D, passaram a se aproximar da estrutura observada nos países desenvolvidos.

Contudo, se observada tal classificação a partir do indicador de atividades em inovação, que demonstra não apenas esforço para criação como também para importação tecnológica, percebe-se que tal estrutura é muito diferente da internacional, sugerindo que todos os setores têm se esforçado de forma homogênea com importação de tecnologia, com o intuito de atingir certo grau de competitividade que permita inserção internacional. Porém, em relação ao volume de tecnologia importada no Brasil, os valores correspondentes são muito inferiores aos valores de P&D pura dos países desenvolvidos que compõem a OCDE.

Na classificação dos setores de acordo com o efeito cruzado, verifica-se que a grande maioria dos setores está classificada como “baixo-baixo” apontando severa deficiência em investimento tecnológico tanto interno quanto externo, melhor observado graficamente. Ao avaliar a participação relativa de pesquisa e desenvolvimento interna sobre o total de práticas em inovação, percebe-se que a maioria dos setores apresenta valores baixos, fato que traduz certo esforço da indústria nacional em importação de novos processos e novas tecnologias de fontes externas.

Entre os setores denominados alto-alto, dois destacaram-se por possuírem baixo RP&D: metalurgia de metais não-ferrosos e fundição e fabricação de componentes eletrônicos. Acredita-se que setores que apresentem tal natureza tenham, além de elevada intensidade em criação de tecnologia própria, elevada intensidade em importação tecnológica, podendo ser classificados como setores avançados em ambos os quesitos.

Destaca-se também o setor de fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal que, diferentemente do encontrado em estudos anteriores e na própria classificação da OCDE, se insere nos níveis mais altos de intensidade de P&D e práticas em inovação. O setor farmacêutico também apresentou mudança nítida, passando da classificação de “média baixa” intensidade tecnológica em estudos anteriores para “alta” e “média alta” intensidade nos indicadores IP&D e IPIN, respectivamente.

Para os setores com efeitos cruzados mistos (alto-baixo e baixo-alto) aquele que mais chama a atenção é o de coque e biocombustíveis, que apresenta não somente um indicador de intensidade em P&D praticamente nulo como um indicador de intensidade em práticas em inovação extremamente elevado, chegando a ser 80,14 vezes maior. Isso revela baixo investimento em tecnologia interna concomitante à extrema dependência do setor em tecnologia importada, seja por meio de consultorias, aquisição de capital, software, entre outros.

Em geral, é nítida a melhora da indústria nacional com relação à estrutura relativa de gastos com P&D, como também é nítido seu esforço para uma maior aproximação com os padrões internacionais. Porém, a indústria de transformação brasileira ainda está muito aquém da indústria de transformação dos países desenvolvidos em relação à intensidade de investimentos em tecnologia. A metodologia aqui desenvolvida, cujo foco é ser complementar à metodologia da OCDE, apresentou uma nova ótica de análise das intensidades tecnológicas, considerando não só o esforço de criação como também o esforço com importação (imitação) tecnológica. Tal perspectiva é importante uma vez que em economias subdesenvolvidas é natural que o mercado esteja focado em adquirir progresso técnico externo, sendo este mais barato do que o desenvolvimento de novas tecnologias. Tal fato é corroborado quando observadas as diferenças entre o valor investido em P&D e o valor investido em demais práticas em inovação.

Por fim, é importante salientar que a participação governamental, contanto que empreendida de forma inteligente, com o intuito de incentivar e facilitar a apropriação de tecnologia externa bem como a criação de novas tecnologias internamente às firmas nacionais é essencial para a superação das relações de dependência entre o Brasil e os países centrais e para a redução das desigualdades observadas internamente no país.

Novos estudos devem ser desenvolvidos, com base nesta metodologia complementar, com o objetivo de comparar os indicadores nacionais com os indicadores recentes dos demais países-membro da OCDE, para um melhor entendimento do gap tecnológico enfrentado pela economia brasileira, bem como realizar análises da criação e apropriação de novas tecnologias no Brasil ao longo do tempo.

Referências

- AGHION, P.; HOWITT, P. A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, v. 60, p. 323–351, March 1992.
- _____. Joseph Schumpeter lecture appropriate growth policy: A unifying framework. *Journal of the European Economic Association*. n. 4, v.2–3, p. 269–314, April-May 2006.
- AGHION, P.; TIROLE, J. The Management of Innovation. *Quarterly Journal of Economics*, v. 109, p.1185–1209, 1994.
- ARGILÉS, R; POTTERS, L; POTTERS, M. *R&D and Productivity: Testing Sectoral Peculiarities Using Micro Data*. Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), Sevilla, 2005.
- ARROW, K. J. The economic implication of learning by doing. *The Review of Economic Studies*, v. 29, n. 3, p. 155-173. 1962.
- BARBOSA FILHO, F. de H.; PESSOA, S. de A.; VELOSO, F. A. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira com ênfase no capital humano - 1992-2007. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 64, n. 2, p. 91-113, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S00347140201000020002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 set. 2015.
- BARRO, R. J.; SALA-I-MARTIN, X. *Economic Growth*, Cambridge, MA: The MIT Press, 2004.
- CARVALHO, L.; AVELLAR, A. P. Inovação e produtividade: evidências empíricas para empresas brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 41., 2013, Foz do Iguaçu. *Anais eletrônico*. Foz do Iguaçu: ANPEC, 2013. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro/2013/files/i9-cb822d09a07ba73aeba94dfee64bb68d.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2015.
- CONSTANTIN, P., ROCHA, T., PIZA, C. Produtividade total dos Fatores na Agricultura Brasileira 1970-1999: Um Estudo Aplicado sobre sua Composição e seus Determinantes. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 35., Recife, 2007. *Anais...* Recife: ANPEC, 2007.
- CRÉPON, B.; DUGUET, E.; MAIRESSE, J. Research and development, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level. *Economics of Innovation New Technology*, n. 7, v. 2, p. 115-158, 1998.
- DE NEGRI, J. A.; LEMOS, M. B.; RUIZ, R. M.; DE NEGRI, F. Empresas líderes na indústria brasileira: recursos, estratégias e inovação. In: DE NEGRI, J. A.; LEMOS, M. B. (Orgs.). *O núcleo tecnológico da indústria brasileira*, Brasília: IPEA, 2011.
- DIXIT, A. K.; STIGLITZ, J. E. Monopolistic competition and optimum product diversity. *The American Economic Review*, v. 67, n. 3, jun. 1977.

EDERER, F.; MANSO, G. Incentives for innovation: Bankruptcy, corporate governance, and compensation systems. *Handbook of Law, Innovation, and Growth*, Edward Elgar Publishing, 2011.

EERBER, F. S. *Inovação tecnológica na indústria brasileira no passado recente: uma resenha da literatura econômica*. CEPAL/IPEA, 2010. (Texto para discussão, n.13). Disponível em: <<http://www.cepal.org/cgibin/getprod.asp?xml=/publicaciones/sinsigla/xml/7/36487/P36487.xml&xsl=/brasil/tpl/p10f.xsl&base=/brasil/tpl/top-bottom.xsl>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

FERREIRA, D.; MANSO, G.; SILVA, A.C. Incentives to Innovate and the Decision to go Public or Private. *The Review of Financial Studies*. v.27, n.1, p.256-300, 2014.

FRANCIS, J.; SMITH, A. Agency costs and innovation: Some empirical evidence. *Journal of Accounting and Economics*, v.19, p. 383-409, 1995.

FRÉSARD, L.; HOBERG, G.; PHILLIPS, G. M. Innovation Activities and the Incentives for Vertical Acquisitions and Integrations. *Social Science Research Network*, working paper. 2015.

FURTADO, J. Padrões de Inovação na Indústria Brasileira. In: Seminário de ciência, tecnologia e inovação na agenda do desenvolvimento, 2004, São Paulo, *Anais...* São Paulo, 2004.

FURTADO, A. T.; CARVALHO, R. Q. Padrões de Intensidade Tecnológica da Indústria Brasileira: um estudo comparativo com os países centrais. *São Paulo em Perspectiva*, v. 19, n. 1, p. 70-84, jan./mar. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/spp/v19n1/v19n1a06>>. Acesso em: 29 abr. 2015.

GOMES, V.; PESSÔA, S. A.; VELOSO, F. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: Uma análise comparativa. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v.33, n.3, p. 389-434, 2003.

GRILICHES, Z. "Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations". *Journal of Political Economy*. University of Chicago Press, vol. 66, pages 419-431, 1958.

_____. Issues in Assessing the Contribution of P&D to Productivity Growth. *Bell Journal of Economics*, v. 10, p. 92-116, 1979.

_____. Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth. In: GRILICHES, Z. (Ed.). *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*, Washington: NBER, 1998.

GRIFFITH, R.; HUERGO, E.; MAIRESSE, J.; PETERS, B. Innovation and productivity across four european countries. *NBER Working Paper*, n. 12722, 2006.

GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, E. *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1991.

HALL, R. E.; JONES, C. I. Why do some countries produce so much more output per worker than others? *The quarterly Journal of Economics*, v. 114, n. 1, fev. 1999.

HOLMSTROM, B. Agency costs and innovation, *Journal of Economic Behavior and Organization*, v.12, p. 305-327, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Comentários: Pesquisa Industrial Anual (PIA) 2003. IBGE, 2003. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/comentario2003.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

_____. Pesquisa Industrial Anual (PIA) 2011. IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www>>.

ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/2011/defaultempresa.shtm>. Acesso em: 10 jun. 2014.

_____. Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) 2011. IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/pintec2011%20publicacao%20completa.pdf>>. Acesso em: 9 jun. 2014.

JONES, C. I. R&D – Based models of economic growth. *The Journal of Political Economy*, v. 103, n. 4, Aug. 1995.

KLEIN, H. E.; HASENCLEVER, L.; MACHADO, C. J. S. Regulação e difusão de tecnologias e sua influência na capacitação tecnológica em saúde dos países em desenvolvimento. *Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade*, v. 2, p. 130-149, 2011.

MANSO, G. "Motivating Innovation." *The Journal of Finance*, v. 66, n. 5, p. 1823–1860, Oct. 2011.

PEREZ, C. Technological Revolutions and the Role of Government in Unleashing Golden Ages. In: PYKA, A.; BURGHOF, H. P. (Eds.). *Innovation and Finance*, Londres: Routledge, 2012.

PEREZ, C. Innovation systems and policy: not only for the rich? *The Other Canon Foundation Working Paper in Technology Governance and Economic Dynamics*, n. 42, 2012.

SILVA, A. M. Impactos da Geração e Absorção de Conhecimento na Produtividade da Firma. *Revista Economia Contemporânea*. Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 467-487, set./dez. 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-98482009000300004. Acesso em: 2 out. 2015.

SILVA, A. R. A.; GONÇALVES, E.; PEROBELLI, F. S. Transbordamentos, P&D e produtividade total dos fatores no Brasil: uma avaliação do período 1990-2005. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 38., 2010, Salvador. *Anais...* Salvador: ANPEC, Salvador, 2010.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. *STAN Indicators: collection of calculating formula*. OCDE, 2011. Disponível em: <<http://www.oecd.org/sti/ind/47447210.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

PÓVOA, L. M. C.; MONSUETO, S. E. Tamanho das Empresas, Interação com Universidades e Inovação. *Revista de Economia*, [S.l.], v. 37, n. 4, jun. 2012. ISSN 2316-9397. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/economia/article/view/28870>>. Acesso em: 22 jul. 2014.

ROMER, P. M. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, v. 98, October, p.71–102, 1990.

SANTANA, S. K. S.; CAVALCANTI, S. BEZERRA, J. O papel da inovação na produtividade da indústria: uma abordagem setorial. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 39., 2011, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: ANPEC, 2011.

SCHUMPETER, J. *Teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SOLOW, R. 1956. A Contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, v.70, February, p. 65–94.

SOLOW, R. 1957. Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, v. 39, August, p. 312– 320.