

A Indústria de Transformação Brasileira em 2003: uma nova Proposta de Agrupamento Setorial baseada no Índice Brasil de Inovação

Resumo

Esse trabalho apresenta um *ranking* setorial da indústria de transformação brasileira baseado na metodologia do Índice Brasil de Inovação (IBI), que além de medir e ordenar as empresas pelo seu grau de inovatividade, é eficaz para mensurar a inovatividade dos setores. O artigo também traz uma nova proposta de agrupamento setorial que possibilita analisar mais adequadamente a estrutura industrial dos países em desenvolvimento (PEDs) ao considerar o processo de inovação em uma perspectiva mais ampla. A metodologia do IBI foi construída a partir da combinação de variáveis de *esforço* e de *resultado*, englobando, portanto, vários aspectos da inovação. A principal fonte de dados é a PINTEC-2003/IBGE. Os registros (entre 1994 e 2003) e os depósitos (entre 2001-2003) de patentes do INPI e uma questão da PIA-EMPRESA-2003/IBGE complementam a base. A partir dessa metodologia, então, ordenou-se os 22 setores da indústria de transformação utilizando a CNAE a dois dígitos. Os setores foram divididos em três grupos, de alto, médio e baixo grau de inovatividade tecnológica, de acordo com patamares do índice. No primeiro grupo, de maior grau de inovatividade (com IBI a partir de 1,65), o setor de “outros equipamentos de transporte”, lidera. O segundo grupo é composto pelos setores que apresentaram o IBI entre 1,63 e 1,09: veículos automotores, máquinas e equipamentos, produtos químicos, papel e celulose, fumo e materiais elétricos. No terceiro, de grau de inovatividade baixo (com IBI entre 1,04 e 0,5), estão metalurgia básica, móveis e indústrias diversas, produtos têxteis e produtos de metal, de minerais não-metálicos, couros, edição e impressão, alimentos e bebidas, madeira e confecção e vestuário. Os três setores melhor posicionados condizem com a classificação de intensidade tecnológica da OCDE, entretanto, após a quarta colocação, o IBI desvela as especificidades do padrão tecnológico da indústria brasileira.

1. Introdução

A proposta desse trabalho é apresentar uma classificação dos setores da indústria de transformação com base na metodologia do **Índice Brasil de Inovação (IBI)**, que além de medir e ordenar as empresas pelo seu grau de inovatividade, é eficaz para mensurar a inovatividade dos setores. O artigo também traz uma nova proposta de agrupamento setorial – de acordo com o grau de inovatividade alcançado no IBI – que possibilita analisar mais adequadamente a estrutura industrial dos países em desenvolvimento (PEDs) por considerar o processo de inovação em sua perspectiva mais ampla, valorizando seus múltiplos aspectos.

A metodologia do IBI foi construída a partir de *variáveis de esforço* – gastos de inovação e nível de qualificação do pessoal alocado em P&D – e de *variáveis de resultado* – patentes e receita líquida de vendas de produtos inovadores. A principal fonte de dados é a PINTEC-2003/IBGE. Os registros (entre 1994 e 2003) e os depósitos (entre 2001-2003) de patentes do INPI e uma questão da PIA-EMPRESA-2003/IBGE complementam a base.

O IBI representa uma atitude pioneira do Uniemp e do Departamento de Política Científica e Tecnológica da Unicamp, com apoio da Fapesp. Ele permite ao público em geral tornar mais conhecidas as empresas atuantes no Brasil, sob um novo prisma, distinto dos indicadores econômicos tradicionais, mas que possui relevância tanto econômica quanto social. Além de que essa metodologia possibilitou criar um novo instrumento de medida multidimensional dos graus de inovatividade intersetoriais.

O *IBI* consiste em uma comparação do comportamento da empresa com a sua média setorial. Adotou-se um princípio similar para o *IBI-Indústria*. A forma adotada pela metodologia é que esses valores são relativos às médias de comportamento do grupo maior ao qual se compara o indivíduo. No lugar do indivíduo constituir-se na empresa, ou no país, como no caso do índice de inovação Europeu (desenvolvido pela Eurostat), no *IBI-Indústria*, o indivíduo é representado pelo setor a dois dígitos da CNAE e o grupo a indústria de transformação em seu conjunto.

A partir dessa metodologia, então, ordenou-se os 22 setores da indústria de transformação a dois dígitos. Os setores foram divididos em três grupos, de alto, médio e baixo grau de inovatividade tecnológica, de acordo com patamares do índice, que varia entre 5,25 e 0,35. O diferencial na utilização do *IBI-Indústria* em relação a outras classificações setoriais (a mais conhecida delas é a da OCDE) é que ele não se baseia em um único indicador, mas na combinação de múltiplos indicadores de esforço e resultado. Ou seja, não considera apenas um único aspecto da inovação, mas um conjunto deles, uma vez que tem por objetivo uma maior aproximação com o modelo interativo de inovação. Mesmo quando existe levantamento de algumas dessas informações, como é o caso das pesquisas industriais de inovação tecnológica (PINTEC) do IBGE, elas ainda não foram usadas de forma integrada para formar um indicador composto da inovatividade setorial.

Dentro do proposto, então, este artigo se divide em cinco partes, incluindo esta introdução: a segunda seção faz uma breve revisão sobre indicadores de inovação e a terceira foca, resumidamente, na metodologia utilizada. A quarta parte apresenta o novo ordenamento setorial proposto, segundo o grau de inovatividade dos setores, com base no *IBI-Indústria* e a quinta, e última, faz as considerações finais.

2. Indicadores de Inovação: uma análise geral

O processo de interpretação e desenvolvimento dos indicadores depende das teorias de inovação. Esta interpretação gera preocupações e questionamentos que podem se traduzir em ações. Portanto, o desenvolvimento de políticas de inovação efetivas depende de bons indicadores que proporcionem um amplo entendimento do problema (Arundel et al, 1998). A construção de análises satisfatórias é possível somente com a ajuda de metodologias e instrumentos de medidas apropriados (Evangalista et al, 1997).

Nas últimas duas décadas, uma série de novos instrumentos têm sido desenvolvidos com vista a mensurar a inovação pela perspectiva do modelo interativo, considerado mais apropriado para a representar o processo de inovação. Diferentemente do modelo linear, que propunha uma relação direta entre insumo e produto da inovação, com etapas bem delimitadas entre a concepção e o desenvolvimento do produto, o modelo interativo preconiza que as diferentes fases do processo são interdependentes e não hierarquicamente estruturadas.

Todavia, os indicadores normalmente usados para medir as atividades de C&T e de Inovação dos setores industriais ainda são bastante limitados, basicamente taxa de inovação e intensidade em P&D (Fapesp, 2004). A complementaridade dos indicadores, visando abarcar os vários âmbitos do processo de inovação não é trabalhada nem mesmo nos estudos que utilizam indicadores derivados dos *surveys* de inovação – pesquisas desenvolvidas com o objetivo de mensurar os diversos aspectos da inovação e se alinhar ao modelo interativo (Evangelista et al., 1997). Os dados são geralmente empregados para contrapor insumos a produtos no intuito de mensurar a eficiência do processo de inovação. Essas medidas de eficiência revelam-se insatisfatórias em decorrência das limitações dos indicadores individuais, por exemplo, o caso das patentes como indicadores de resultado do processo de inovação.

O IBI permitiu ampliar consideravelmente o uso desses indicadores, uma vez que introduziu a combinação de variáveis de insumo e de resultado em um único índice, objetivando uma maior aderência com o modelo interativo de inovação e valorizando o equilíbrio entre estes dois componentes. Essa combinação é inspirada nos índices de inovação introduzidos pelo Eurostat para comparar e ordenar os países europeus de acordo com seu grau de inovatividade. Esse índice se apóia em dois principais princípios: na complementaridade entre indicadores que medem os insumos (os esforços da inovação) e os que medem os produtos (ou resultados) da inovação e na noção de que esses valores devem ser normalizados para poderem ser comparados.

De um modo geral, os indicadores de insumo são representados pelos esforços realizados pelas empresas em pesquisa e desenvolvimento. A P&D é definida como aquelas atividades dirigidas para a busca de conhecimento científico e tecnológico novo ou a aplicação de conhecimentos existentes de uma nova forma. De acordo com os critérios estabelecidos pelo Manual Frascati, da OCDE, essas atividades compreendem a pesquisa básica, a pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental.

Para dimensionar a capacidade criativa da empresa são utilizadas duas medidas de esforço em P&D: *dispêndios* e *recursos humanos*. Enquanto a primeira mede o fluxo de gastos efetuados pela empresa com P&D, a segunda mede o estoque de capital humano empregado nessa atividade. Pelo fato dos recursos humanos serem o principal agente gerador de conhecimento e de novas idéias, a intensidade de pessoal alocado em P&D indica a capacidade da empresa em ser competitiva, sobretudo no longo prazo, por meio da aplicação do estoque de conhecimento acumulado no desenvolvimento de novos produtos ou processos. Por sua vez, a intensidade de gastos em P&D é um indicador do esforço econômico realizado pela empresa para financiar uma parte relevante da atividade inovadora, o que a torna instrumento importante para avaliação e implementação de políticas de C&T no país.

Ambos os indicadores (gastos e recursos humanos em P&D) se complementam, sendo medidas que captam as dimensões de temporalidade do processo de inovação, mas a

mensuração dos recursos humanos e econômicos mobilizados para P&D constitui uma visão relativamente limitada sobre os insumos utilizados no processo de inovação pelas empresas. Isto levou à proposição de uma nova metodologia para medir insumos da inovação que se cristaliza no Manual de Oslo, lançado na década de 1990. Esse manual estrutura-se em torno do conceito de inovação tecnológica, que pode ser de produto ou processo. Os esforços se relacionam com a introdução de inovações. No manual, ainda, os insumos considerados nos custos da inovação compreendem, além de P&D, licenciamento de tecnologia, projeto industrial, aquisição de máquinas e marketing de primeiros produtos. Os custos da inovação podem ser divididos pelo valor adicionado ou pela receita da empresa, engendrando um indicador de esforço denominado de intensidade inovativa.

A intensidade tecnológica ou de P&D é o indicador mais usado para medir o esforço das empresas em inovação, sendo inclusive empregado na classificação setorial de intensidade tecnológica da OCDE. Ele consiste na razão entre o gasto de P&D e a receita líquida de vendas ou valor adicionado. Esse indicador varia substancialmente, de acordo com o setor industrial, devido ao fato das empresas de setores industriais gerarem tecnologia de forma diferenciada. Alguns setores dependem de esforços endógenos para introduzirem inovações e determinados setores inovam muito mais que outros. Existe também uma forte variação na forma como esse esforço de P&D é empreendido, seja ele de maneira isolada ou em colaboração com empresas ou com universidades e centros de pesquisa. Os setores de alta tecnologia, como a indústria farmacêutica, a de computação, a eletrônica, a de instrumentação e a aeroespacial têm uma intensidade tecnológica muito superior aos demais setores da indústria. Entretanto, essas diferenças de intensidade tecnológica setoriais são muito maiores em países desenvolvidos do que em desenvolvimento. Quando é feita a comparação entre os dois grupos de países, elas são muito mais acentuadas nos setores de alta tecnologia (Furtado e Quadros, 2005).

Já os indicadores de produto são reconhecidamente os de mais difícil interpretação. O indicador mais comum de inovação tecnológica é a patente de invenção, seja o seu depósito ou o seu registro. A patente mede, efetivamente, a invenção tecnológica. O critério para aprovar uma patente consiste em saber se a tecnologia é nova e se ela não é óbvia para um especialista na área.

A primeira limitação da patente consiste em sua circunscrição às fronteiras nacionais. Como os critérios de concessão de patentes tendem a variar entre os países, o número de patentes pedidas ou concedidas não é um bom indicador para estabelecer comparações internacionais. Normalmente, se usa a base americana ou européia para fazer comparações entre empresas ou países. Ainda assim, a patente de invenção enfrenta problemas como a variação do número de patentes e também da variação da importância econômica das mesmas entre setores da economia. As peculiaridades setoriais fazem com que a comparação de patentes faça sentido somente intra-setorialmente. Outro desafio imposto pela patente é que as empresas e demais inventores têm estratégias diferenciadas em relação a elas.

As patentes têm problemas adicionais quando são usadas em países em desenvolvimento como o Brasil. Um levantamento das patentes feito pelos Indicadores da Fapesp de 2001 mostrou que são poucas as empresas localizadas no Brasil que têm patentes registradas no país ou nos Estados Unidos. Algumas empresas, notoriamente inovadoras, não têm sequer uma patente registrada. Este aspecto revelaria uma característica importante da atividade inovativa na

indústria brasileira, que se direciona ao desenvolvimento mais do que à pesquisa, com a qual se relacionam as patentes.

O mais importante indicador de produto, derivado das pesquisas de inovação apoiadas no Manual de Oslo, é o da taxa de inovação. Esse indicador mede o número relativo de empresas que introduziram pelo menos uma inovação tecnológica em um determinado período, em geral de três anos, sobre o conjunto total de empresas. Um dos problemas com esse indicador, que é bastante difundido, é que ele se refere às inovações introduzidas e não às inovações geradas pelas empresas e só faz sentido para analisar um conjunto de empresas de um país, região ou setor.

Outro indicador que pode ser utilizado para descrever os resultados da inovação tecnológica consiste em medir o número de inovações de produto, novas para o mercado brasileiro introduzidas pela empresa num dado período. Contudo, apenas uma pequena parcela das empresas inovadoras é responsável pela inovação ou introduziu inovações novas para o mercado. Um segundo indicador consiste em medir o impacto econômico da inovação através da participação dessas nas vendas totais da empresa.

Também é importante ressaltar a questão setorial, uma vez que o efeito da performance inovativa das empresas de um determinado setor de atividade vem sendo melhor entendido há décadas, e sabe-se que a inovação atua com um papel central na competitividade dos setores farmacêutico, de instrumentação e aeroespacial e com um papel menos importante em têxteis, produtos alimentares e fabricação de metais. Estas diferenças de performance inovativa colocam as seguintes questões para política. Primeiro, em que extensão os indicadores agregados de inovação são influenciados pela estrutura setorial da economia? Por exemplo, uma economia de transformação dominada por têxteis e produtos alimentares, mesmo que as firmas nestes dois setores sejam as empresas têxteis e alimentares mais inovadoras do mundo, elas nunca terão a melhor performance nos *scoreboards* de inovação em uma economia dominada pelos setores farmacêutico e aeroespacial. (E.T.C.I., 2004:5).

O relatório da *European Trend Chart on Innovation – Exploring Innovation Performances by Sectors* (2004) também aponta para uma sobrevalorização das atividades dos setores “*high-tech*”, cujo papel na atividade econômica é frequentemente exagerado. Apesar dos produtos oferecidos por estes setores possuírem *glamour*, a demanda por eles é limitada. Keith Smith (2002) avaliou o impacto econômico direto dos setores produtores de alta tecnologia, com relação ao valor adicionado nos países que fazem parte da OCDE, e concluiu que ele é “surpreendentemente pequeno” – aproximadamente 3% nos Estados Unidos, que é o país da OCDE com a maior participação dos setores de alta tecnologia. As economias modernas são, primeiramente, dominadas pelo setor de serviços e depois por muitos setores de baixa e média tecnologia. Assim, os ganhos de produtividade dentro de uma economia são fortemente dependentes das capacidades inovadoras destes setores, particularmente através da adoção ou modificação das inovações desenvolvidas por outras empresas através do processo de difusão.

Com isso, salientamos a importância de indicadores agregados que considerem a diferenciação setorial e as especificidades do país em que eles estão inseridos e assim, o primeiro e mais significativo componente conceitual do IBI a ser introduzido é a consideração das *duas dimensões centrais dos indicadores de inovação: esforço e resultado*, partindo do princípio de que todos os aspectos que as compõem são interdependentes e não hierarquizadas, ou seja, de que o processo de inovação é interativo.

3. Aspectos gerais da metodologia ¹ do IBI

O IBI é um índice composto e, por isso, uma de suas principais limitações é a dificuldade em se obter um levantamento homogêneo de todos os indicadores. Por essa razão foi preciso selecionar um número mínimo, porém satisfatório, de indicadores que, depois de agregados, normalizados e ponderados (para dar maior peso às variáveis mais representativas no processo de inovação), fossem representativos da atividade tecnológica das empresas e do processo de inovação como um todo.

O IBI leva em consideração os seguintes aspectos metodológicos: atribui igual importância para indicadores de esforços (insumo) e resultados (produto), privilegiando o balanço entre esses dois componentes do processo de inovação. Com isso, o IBI está dividido em dois grandes indicadores, sendo um o resultado do tratamento dos indicadores de esforço (Indicador Agregado de Esforço - IAE) e o outro, o resultado do tratamento dos indicadores de resultado (Indicador Agregado de Resultado - IAR).

O tratamento matemático e estatístico do IBI é tal que o balanceamento entre os grandes indicadores agregados é priorizado e representado por uma variável *epsilon* (ϵ). *Esse balanceamento consiste na compensação e na complementação relativa de um indicador elementar pelo outro e possibilita uma percepção sistêmica do processo de inovação.* Ele é obtido trazendo cada indicador individual para uma base comum, através da formação dos indicadores a partir da diferença relativa entre o valor de cada empresa com a média do seu grupo. Os indicadores individuais que compõem cada um dos dois macro-componentes do IBI são também normalizados, considerando o tamanho da empresa.

O IAE se apóia na agregação de indicadores de esforços financeiros e em recursos humanos para a inovação e combina três diferentes indicadores. O primeiro, denominado Indicador de Atividade Inovativa (IAI), consiste em um indicador do esforço financeiro das empresas em atividades inovativas. Essas atividades, de acordo com a PINTEC, são: P&D, outros conhecimentos externos, aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento, marketing e projetos. No IBI, é mensurada a intensidade dessas atividades em relação à receita líquida de vendas da empresa. O segundo indicador, o Indicador de Recursos Humanos (IRH), mede o esforço relativo das empresas em recursos humanos empregados em P&D. Os recursos humanos destinados à P&D são subdivididos em três categorias: cientistas e engenheiros, técnicos e pessoal de apoio; de acordo com o nível de qualificação: técnicos de nível superior (doutores, mestres e graduados), técnicos de nível médio e outros de suporte; e de acordo com o seu tempo de dedicação à P&D: parcial e integral. O IRH mede o número de pessoas alocadas à P&D, em equivalente tempo integral, ponderado pelo nível de qualificação.

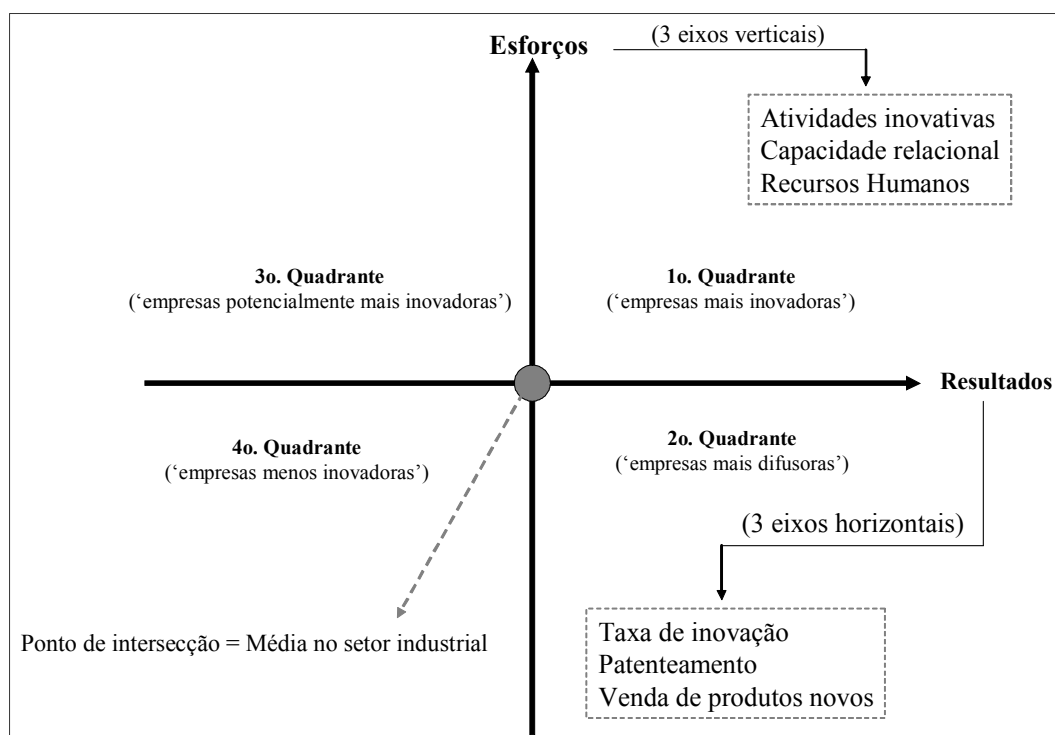
O IAR é formado por dois componentes principais. O Indicador de Patentes (IPT) mede o número de patentes depositadas e registradas no INPI com relação ao número total de empregados da empresa. As patentes a serem contempladas pelo indicador são apenas as de

¹ Para maiores sobre a metodologia e a fórmula utilizada para o cálculo do IBI veja o artigo “Uma discussão sobre os aspectos metodológicos e conceituais do Índice Brasil de Inovação (IBI): um indicador agregado para mensurar o grau de inovação das empresas” também apresentado neste Congresso.

residentes no país, sendo excluídas as depositadas ou registradas por empresas sediadas fora do Brasil. O outro indicador é o Indicador de Impacto Econômico (IRV) que quantifica o impacto econômico das inovações de produto. A PINTEC solicita que as empresas meçam o impacto das inovações introduzidas pela empresa em suas vendas no mercado interno e externo. Ademais, diferencia os impactos em três categorias de inovação de produto: novo para a empresa, novo para o mercado nacional e novo para o mundo. A participação de cada um desses montantes sobre a receita líquida de vendas da empresa são os indicadores de intensidade de impacto da inovação que compõem o IRV. Eles recebem pesos distintos em função do mercado de destino da inovação.

Na composição do IAE e do IAR, os indicadores individuais recebem ponderação de acordo com a importância relativa atribuída a cada um. Garantidas igual importância e balanceamento entre o IAE e o IAR, o gráfico 1 indica que *as empresas mais inovadoras são as que se encontram no 1º quadrante*, porque apresentam esforços para inovação e resultados da inovação acima da média do seu setor. As empresas com resultados acima da média setorial, mas esforços inovadores abaixo da média, são as empresas mais difusoras.

Gráfico 1



Fonte: elaborado pela equipe do projeto IBI 2003.

Cada indicador que compõe o IBI será calculado com base nas informações da PINTEC-IBGE. Tal escolha se deve, de um lado, ao fato desta pesquisa se apoiar em metodologia amplamente consolidada internacionalmente, apoiada no Manual de Oslo, e, de outro, ao fato da disponibilização dessa informação custar um pequeno esforço adicional por parte das empresas que já foram submetidas a ela. A exceção fica por conta do IPT que é calculado a

partir da base de patentes do INPI. Os dados de uma questão específica da Pesquisa Industrial Anual (PIA – IBGE-2003) também são empregados na construção do IBI.

A fórmula do IBI apresenta um importante aspecto que consiste na normalização dos valores por meio das médias agregadas das divisões da CNAE-IBGE ou da média agregada na indústria de transformação. Assim, a empresa (ou setor) estará sempre sendo comparada às empresas (ou setores) de seu respectivo setor de atividade (ou da indústria), antes de sê-lo com as dos demais setores da indústria.

Os dois componentes principais da fórmula, o IAE e o IAR, são compostos por dois conjuntos de indicadores. O IAE é calculado a partir da soma ponderada do IAI e do IRH e o IAR, por sua vez, é também calculado a partir da soma ponderada do IRV e do IPT. Outro fator importante a considerar diz respeito aos critérios adotados na aplicação dos pesos a cada indicador. Os pesos utilizados para a ponderação dos indicadores que compõem o IBI foram escolhidos considerando o nível tecnológico do Brasil e de seu parque industrial. O IAE e o IAR recebem o mesmo peso (quarenta por cento), pois a variável de ajuste (ϵ), introduzida para valorizar o equilíbrio entre estes dois indicadores agregados, recebe vinte por cento de peso na composição do cálculo do IBI.

4. O agrupamento setorial pelo grau de inovatividade do IBI-Indústria

Além de explorar a consistência da metodologia, a construção do agrupamento setorial adicionou uma dupla perspectiva. Primeiro, abre a possibilidade de se estabelecer uma classificação setorial com base em indicadores agregados que consideram os vários aspectos do processo de inovação, tendo por objetivo uma maior aproximação com o modelo interativo de inovação. Em segundo, torna a comparação entre setores industriais mais adequada aos países em desenvolvimento, uma vez que os indicadores convencionais, como a intensidade em P&D, por exemplo, nem sempre refletem as especificidades tecnológicas das indústrias locais.

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) desenvolveu uma classificação setorial por *intensidade tecnológica* (alta, média-alta, média-baixa e baixa) baseada nos dispêndios em P&D das indústrias dos países-membros, ou seja, em um único indicador de insumo da inovação. Esta classificação ordena os setores da indústria, contudo, além de partir de um único aspecto de uma dimensão da inovação (esforço), considera a estrutura econômica e, sobretudo, tecnológica de países desenvolvidos, a qual diverge consideravelmente da de países em desenvolvimento.

No caso específico do Brasil, nem sempre foram os setores mais intensivos tecnologicamente, de acordo com a classificação internacional da OCDE, os que apresentaram maiores esforços e resultados de inovação, o que revela as especificidades do padrão tecnológico local. Estudos empíricos mostraram ‘sensíveis diferenças estruturais nos padrões setoriais de esforço tecnológico’, atribuídas ao fato da ‘economia brasileira ser relativamente fechada, não desenvolver especialização tecnológica em setores de alta ou média-alta tecnologia (...) e ser dependente do fluxo externo de tecnologia (Furtado e Quadros, 2005; p.1).

Em vista disso, propõe-se que os setores, a fim de refletir mais adequadamente o processo de inovação em seu caráter interativo e o padrão tecnológico do país, sejam agrupados com base no IBI-Indústria. Todavia, antes de apresentar a classificação, cabe uma importante observação. Ao contrário da classificação da OCDE, os setores não se serão aqui ordenados pela sua *intensidade de P&D* – termo diretamente relacionado aos gastos de P&D sobre a receita líquida de vendas – mas pelo seu *grau de inovatividade*, o que é efetivamente mensurado pelo IBI-Indústria, a partir da combinação múltipla de indicadores.

Os 22 setores da indústria de transformação brasileira foram divididos, então, em três grupos: *alto, médio e baixo graus de inovatividade*. A divisão foi feita com base no critério numérico. Os setores que alcançaram um índice de até 1,65 ficaram no primeiro grupo, os com índice entre 1,63 e 1,09 formaram o segundo, e os demais, com índice abaixo desse patamar, constituíram o terceiro grupo. Também, diferentemente da classificação da OCDE, optou-se aqui por uma divisão em apenas três grupos de inovatividade, considerando como de baixa inovatividade todos aqueles setores que ficaram na média da indústria de transformação ou aquém dela.

As tabelas a seguir trazem os setores da indústria de transformação, em ordem decrescente segundo o IBI-Indústria – bem como valores dos indicadores agregados e dos sub-indicadores que os compõem. Vale lembrar que os índices apresentados pelos setores estão relacionados à média da indústria de transformação brasileira como especificado na seção sobre a metodologia.

Tabela 1 - GRUPO I - Setores de ALTO grau de inovatividade

Setores da Indústria de Transformação	CNAE	IRH	IAI	IAE	IRV	IPT	IAR	ϵ	IBI
Outros equipamentos de transporte	35	3,41	5,65	5,09	12,10	0,53	7,47	1,14	5,25
Máq. escritório e equip. de informática	30	21,02	3,43	7,83	1,83	2,33	2,03	0,60	4,06
Mat. eletrônico e equip. de comunicações	32	4,20	2,68	3,06	2,72	0,92	2,00	1,09	2,24
Instrumentação e automação	33	2,73	1,57	1,86	1,19	3,28	2,02	1,71	1,90
Petróleo e outros combustíveis	23	4,44	0,84	1,74	1,28	1,99	1,57	1,65	1,65

Fonte: elaboração equipe IBI

Com base nos indicadores apresentados, o setor que lidera o *ranking* do “IBI indústria-2003” é o de “outros equipamentos de transporte” (tabela 1). Esse setor engloba a construção de embarcações e estruturas flutuantes, de veículos ferroviários e aeronaves, motocicletas, bicicletas e outros equipamentos de transporte. Essa liderança se deve às atividades da indústria aeronáutica, em especial da Embraer, responsável por quase 60% do valor adicionado do setor.

Pelo lado dos esforços, o setor detém o maior IAI – Índice de Atividades Inovativas, que pesa com 75% do IAE e é composto por variáveis como gastos com P&D interna e externa, refletindo novamente a participação da indústria aeronáutica, que realiza dispêndios elevados em P&D interna. O indicador de intensidade de P&D deste setor é o mais alto da indústria de transformação brasileira, 4,09%, sendo duas vezes maior que o setor de máquinas para

escritório e equipamentos de informática que apresenta o segundo maior indicador de intensidade de P&D, 1,87%.

Pelo lado dos resultados, o IAR do setor se destaca devido ao impacto que a inovação tecnológica, principalmente de produto, exerce na variação da receita, cujo sub-indicador IRV – Indicador de Receita Líquida de Vendas de Produtos Inovadores – pesa com 60%. O IRV mede o impacto das vendas de produtos inovadores para o mercado interno e externo, e valoriza a categoria de produtos inovadores para o mundo. Em Outros materiais de transporte, essa variável voltada ao mercado externo é extremamente elevada quando comparada aos demais setores da indústria devido, provavelmente, à exportação de aeronaves com projetos próprios. Contudo, como pode ser observado na tabela 1, o IPT desse setor fica muito aquém da média da indústria de transformação e, apesar de sua baixa propensão a patentear, apontada pela literatura internacional, o número inexpressivo de patentes revela, na verdade, a fragilidade estrutural da cadeia da indústria aeronáutica no país.

O segundo colocado no *ranking* é o setor de equipamentos de informática no qual é o IAE que se destaca e, na composição deste, o sub-indicador de recursos humanos (21,02) aparece com valor cinco vezes superior ao setor com o segundo maior IRH (4,95). A relação entre o número de mestres e doutores alocados em P&D e o pessoal ocupado total é alta neste segmento, ou seja, a média setorial de pessoal altamente qualificado na indústria de transformação é muito baixa, elevando demasiadamente o indicador deste setor. No outro componente do IAE, o sub-indicador de atividades inovativas, os gastos com P&D interna e externa se destaca refletindo os estímulos ao desenvolvimento do setor oferecidos pelo governo federal por meio da Lei de Informática. Analisando os resultados da inovação, o indicador de patentes apresenta o terceiro maior valor da indústria de transformação justificando a necessidade de proteger as inovações geradas por um esforço tão acentuado.

Material eletrônico e equipamentos de telecomunicações ocupam o terceiro lugar com um IBI que corresponde a quase metade do valor do segundo colocado, contudo apresentando um pequeno desequilíbrio entre os esforços e resultados da inovação. No lado dos insumos, destaca-se o IRH que é o quarto maior valor da indústria e, pelo lado dos resultados, cabe uma observação acerca do IRV, que embora não seja tão elevado quanto o do primeiro colocado, embute alguns aspectos específicos de caráter conjuntural. O período de coleta dos dados da PINTEC-2003 coincide com a mudança no perfil da telefonia do país e expansão das suas redes de telefonia, em função do *boom* do mercado pós-privatização do Sistema Telebrás, mas, sobretudo, pelo grande aumento da demanda por telefonia móvel. A produção interna do setor de telecomunicações que se concentrava em equipamentos para telefonia fixa voltou-se para a telefonia móvel. Isso pode explicar, em parte, o IRV alcançado pelo setor e, principalmente, o sub-indicador IRVn (2,78) referente aos produtos novos para o mercado interno.

Setores tidos como menos intensivos em tecnologia na classificação da OCDE, como o de petróleo e álcool, se destacam superando setores considerados de alta intensidade como o químico (que inclui o farmacêutico) e outros considerados de média-alta como o de veículos automotores. O setor de petróleo está no primeiro grupo do IBI, de grau de inovatividade alta, enquanto os outros estão no segundo grupo. Isso reflete uma vantagem comparativa importante do Brasil, em função da capacitação tecnológica da Petrobrás, principal empresa do setor de petróleo e álcool. Neste setor, há um maior equilíbrio entre os esforços empreendidos e os resultados obtidos no processo de inovação, contudo, o indicador que mais se sobressai é o IRH.

Tabela 2 - GRUPO II - Setores de MÉDIO grau de inovatividade

Setores da Indústria de Transformação	CNAE	IRH	IAI	IAE	IRV	IPT	IAR	ε	IBI
Máquinas e equipamentos	29	1,25	1,10	1,14	1,11	4,70	2,54	0,79	1,63
Veículos, reboques e carrocerias	34	1,45	1,55	1,53	1,59	1,44	1,53	2,00	1,62
Produtos químicos	24	4,19	0,97	1,78	0,57	1,02	0,75	0,76	1,16
Papel e Celulose	21	0,67	0,57	0,59	2,71	0,81	1,95	0,64	1,14
Produtos do fumo	16	4,95	0,33	1,49	0,04	1,95	0,80	0,91	1,10
Máq., aparelhos e materiais elétricos	31	1,66	1,11	1,25	0,52	1,44	0,89	1,20	1,09

Fonte: elaboração equipe IBI

No GRUPO II, de médio grau de inovatividade (tabela 2), encontram-se duas grandes surpresas: os setores de baixa intensidade tecnológica na classificação da OCDE, fumo e papel e celulose. Estes setores, comparados com a média da indústria de transformação nacional, apresentaram índices surpreendentemente elevados. O setor de papel e celulose tem o terceiro maior IRV da indústria de transformação nacional. Uma possível explicação para esse indicador se distanciar quase três vezes da média da indústria de transformação nacional é que, por ser um setor com alto coeficiente exportação, as inovações de produto tem um papel importante para sua competitividade.

Vale ainda destacar no GRUPO II o IPT do setor de máquinas e equipamentos (4,70), o maior da indústria de transformação brasileira. Esse é o setor que contabiliza mais depósitos e registros de patentes no país, no período de 1994-2003, em termos absolutos. A realização de esforços tecnológicos adaptativos relevantes por esse setor no país a fim de atender às demandas dos usuários (Furtado e Quadros, 2005) pode estar refletida no seu IPT.

O setor de produtos químicos, onde se inclui o setor farmacêutico, ocupa o terceiro lugar no grupo de médio grau de inovatividade. O indicador de maior destaque neste caso é o de recursos humanos. Aqui percebemos que a relação pessoal ocupado em P&D e pessoal ocupado total é alta para o setor (nas três categorias envolvidas no indicador: doutores, mestres e graduados) relativamente à indústria de transformação, ou seja, a média agregada do setor é representativamente superior à da indústria, configurando um indicador de recursos humanos mais de quatro vezes superior ao da indústria de transformação nacional. O mesmo acontece com o setor de fumo, que apesar de algumas posições abaixo no ordenamento setorial, também apresenta um IRH bastante superior à média industrial.

Por fim, tem-se o GRUPO III, de baixo grau de inovatividade. Esse grupo concentra quatro setores tidos como de média-intensidade tecnológica pela OCDE: borracha e plástico, metalurgia básica, móveis e minerais não-metálicos. Os demais integrantes do grupo são aqueles setores considerados como de baixa tecnologia por essa classificação.

Os setores de borracha e plástico e metalurgia básica são os únicos desse grupo que ficaram próximos da média da indústria. No caso de borracha e plástico, o IPT colaborou em parte para esse resultado, já que esse indicador em específico se distancia razoavelmente da média da indústria, se comparado aos demais do GRUPO III. Esse setor tem um número considerável de patentes, ficando em segundo lugar na somatória de registros (1994-2003) e depósitos

(2001-2003) em termos absolutos dos 22 setores da indústria de transformação². No setor de metalurgia básica, dois sub-indicadores se destacam: o IRH e o IPT. No caso do IRH, pesa o fato do setor apresentar índices de doutores e mestres elevados, mais de 70% acima da média da indústria de transformação. Esse setor também se destaca na contagem absoluta das patentes, ocupando a terceira posição nos registros e a quarta nos depósitos, considerando os 22 setores a dois dígitos da indústria de transformação.

Tabela 3 - GRUPO III - Setores de BAIXO grau de inovatividade

Setores da Indústria de Transformação	CNAE	IRH	IAI	IAE	IRV	IPT	IAR	ϵ	IBI
Artigos de borracha e plástico	25	0,70	0,89	0,84	0,76	1,71	1,14	1,25	1,04
Metalurgia básica	27	1,59	0,57	0,82	0,53	1,65	0,98	1,48	1,02
Móveis e indústrias diversas	36	0,41	0,83	0,73	0,42	1,14	0,71	1,90	0,95
Produtos têxteis	17	0,12	0,82	0,64	1,03	0,23	0,71	1,66	0,87
Produtos de metal	28	0,17	0,70	0,57	0,22	1,59	0,77	1,25	0,78
Produtos de minerais não-metálicos	26	0,30	0,92	0,76	0,31	0,42	0,36	0,82	0,61
Couros e artefatos	19	0,05	0,80	0,62	0,30	0,26	0,28	0,80	0,52
Edição, impressão e gravações	22	0,06	0,40	0,32	0,20	0,25	0,22	1,18	0,45
Alimentos e bebidas	15	0,32	0,54	0,48	0,14	0,11	0,13	0,60	0,37
Produtos de madeira	20	0,02	0,52	0,39	0,10	0,22	0,15	0,71	0,36
Confecção de vestuário e acessórios	18	0,02	0,75	0,57	0,08	0,05	0,07	0,48	0,35

Fonte: elaboração equipe IBI

Um componente importante da metodologia do IBI é a variável de ajuste *epsilon* (ϵ). Como pode ser observado nas tabelas acima, quanto mais próximos os valores do IAE e do IAR, maior o valor do ϵ . Pela fórmula³, o valor máximo que o ϵ pode assumir é 2 (dois) quando IAE=IAR, e terá um peso de 0,2 no cálculo do IBI, gerando um acréscimo ao indicador do setor. Isso ocorreu com o setor de veículos automotores, o primeiro colocado no segundo Grupo, de médio grau de inovatividade, que apresentou um IAE e um IAR de 1,53 e se beneficiou do maior acréscimo da variável de ajuste. Aliás, o setor de veículos automotores apresentou um equilíbrio singular em todos os indicadores do IBI.

O setor de móveis e indústrias diversas, de baixo grau de inovatividade tecnológica, seguido do setor de instrumentação médico-hospitalar, de alta intensidade tecnológica, também se beneficiaram com *epsilons* elevados, 1,90 e 1,71, respectivamente. Os outros setores de maior grau de inovatividade tecnológica apresentaram *epsilons* mais baixos, apontando para um desequilíbrio entre esforços e resultados da inovação em suas atividades.

5. Considerações Finais

² Para maiores sobre os indicadores de resultados da indústria dos setores da indústria de transformação veja o artigo “Indicadores de resultado aplicados à indústria: um exercício a partir dos dados do Índice Brasil de Inovação” também apresentado neste Congresso.

³ *Id ibid.*

A metodologia construída para o Índice Brasil de Inovação, então, mostrou-se muito útil para a aplicação em setores da indústria de transformação. O ordenamento dos setores industriais evidencia as principais características do IBI-*Indústria* e os principais objetivos da sua metodologia: o de englobar esforços e resultados da inovação para determinar o grau de inovatividade comparativamente à média agregada da indústria de transformação, tendo em vista os múltiplos aspectos do processo de inovação.

O IBI-*Indústria* 2003 trouxe resultados muito importantes com relação ao ordenamento dos setores industriais brasileiros; ao se basear em indicadores construídos a partir de uma pesquisa de inovação nacional, a PINTEC, retratou de forma mais fidedigna as características da indústria local, terminando por corroborar as especificidades da indústria brasileira, quais sejam, a de ‘não desenvolver especialização tecnológica em setores de alta ou média-alta tecnologia (...) e ser dependente do fluxo externo de tecnologia’ (Furtado e Quadros, 2005; p.1). Isso confirmou que o Brasil é uma economia onde os setores tradicionais – e mais maduros tecnologicamente – são os destaques.

Assim, conclui-se que a ordenação dos setores com base em um índice composto como o IBI, que leva em considerações múltiplas variáveis tecnológicas e inovativas – e é relativizado pela média da indústria local – é mais consistente com o padrão tecnológico nacional. Logo, esse agrupamento pode ser, por lado, um passo inicial para o desenvolvimento de futuras classificações setoriais, mais adaptadas às condições de países em desenvolvimento, que possibilitem uma melhor comparação das atividades inovadoras e tecnológicas entre esses países. Por ser uma ferramenta que colabora para um melhor entendimento do padrão tecnológico nacional, pode contribuir para orientar ações concretas de política de desenvolvimento setorial.

Referências Bibliográficas

Arundel, A., Smith, K., Patel, P., Sirilli, G. The Future of Innovation Measurement in Europe – Concepts, Problems and Practical Directions, **IDEA Paper Series**, Indicator and Data for European Analysis Project, July 31, 1998.

E.T.C.I. (2004) **European Trend Chart on Innovation – Exploring Innovation Performances by Sectors**, December 8, 2004 (http://trendchart.cordis.lu/scoreboards/scoreboard2004/scoreboard_papers.cfm, acessado 14/05/2007)

Evangelista, R., Perani, G., Rapiti, F.; Archibugi, D. Nature and impact e innovation in manufacturing industry: some evidence form the Italian innovation survey, **Research Policy** 26, 521-536, 1997.

Furtado, A. e Quadros, R. (2005), Padrões de intensidade tecnológica: um estudo comparativo com os países centrais, **São Paulo em Perspectiva**, vol. 19 n. 1, p. 70-84, jan./mar.

SMITH, K. (2002) “What is the ‘knowledge economy’? Knowledge Intensity and distributed knowledge bases”, **UNU-INTECH discussion paper: DP 2002-6** (<http://www.intech.unu.edu/publications/discussion-papers/2002-6.pdf>, acessado em 14/05/2007).