

Padrões Setoriais de Inovação na Indústria Brasileira*

Bruno Campos

Petrobras

Ana Urraca Ruiz

Universidade Federal Fluminense

Recebido: 23/11/2007 Aprovado: 10/5/2008

RESUMO

O artigo objetiva investigar aspectos da mudança tecnológica na indústria brasileira. A literatura relacionada ao estabelecimento de padrões setoriais de inovação é utilizada como referencial teórico, ao passo que análises de clusters hierárquicas e não-hierárquicas são empregadas como recursos metodológicos. A base de dados principal é a *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC 2000)*, sendo analisados cinco traços da inovação tecnológica industrial: as fontes de inovação, as formas de conhecimento e aprendizagem, o foco da trajetória tecnológica, os tipos de resultados inovativos e as características de estrutura e desempenho. Os resultados apontam que a diversidade intersetorial não pode ser negligenciada quando se pretende entender o comportamento inovativo da indústria brasileira. O perfil inovativo dos setores industriais brasileiros é coerente com as proposições da literatura internacional, porém apresentam algumas especificidades.

PALAVRAS-CHAVE | Inovação Tecnológica; Padrões Setoriais; *PINTEC*; Brasil

CÓDIGO JEL | JEL | O31

* Os autores agradecem as sugestões e comentários de três avaliadores anônimos indicados pela *RBI*, isentando-os de qualquer responsabilidade pelo conteúdo final do artigo.

ABSTRACT

The article aims investigate features of the technical change in Brazilian industry. The literature related to sectoral patterns of innovation is utilized as theoretical framework, whereas hierarchical and non-hierarchical clustering analyses are used as methodological resource. Utilizing the *Industrial Survey of Technological Innovation (PINTEC 2000)* of the Brazilian Geography and Statistics Institute (IBGE) will be analyzed five features of the industrial technological innovation: the innovative sources, the knowledge and learning processes, the technological trajectories, the innovative outputs, and the market structure/performance. The results show that intersectoral diversity cannot be neglected to understand the innovative performance of Brazilian industry. Although some specificities, the innovative conduct of Brazilian industrial sectors are coherent with the international literature.

KEYWORDS | Technological Innovation; Sectoral Patterns; *PINTEC*; Brazil

JEL-CODE | O31

1. Introdução

Nas últimas décadas, as diferenças interindustriais nos processos de inovação tecnológica foram estudadas por várias abordagens teóricas e enfocando diferentes objetos de análise (empresas, setores industriais, ou mesmo comparações internacionais). Durante muito tempo, investigações na tradição *neoclássica* perceberam o progresso técnico como um fator exógeno ao fenômeno econômico, sendo, portanto, estudado de maneira indireta. Na abordagem da *economia industrial*, o ritmo da mudança tecnológica está associado a características estruturais dos mercados como a concentração ou o tamanho das empresas típicas de cada setor. Na tradição evolucionista, por sua vez, o progresso técnico se constitui como um fenômeno dotado de lógica e sentido próprios.

Este trabalho procura examinar regularidades no perfil inovador da indústria brasileira, motivado pelo argumento de que o estabelecimento de padrões setoriais de inovação contribui para o entendimento das diferenças intersetoriais de ritmo e direção da mudança tecnológica. Ainda que estudos desse tipo já tenham sido produzidos em outros países, não parece razoável supor que o câmbio técnico erigido

pelas indústrias brasileiras siga rigorosamente o padrão encontrado em países do cone norte, onde esse tipo de estudo foi mais abundante. Tal como argumentam Arocena e Sutz (2003), as singularidades anotadas no “cone sul” precisam ser levadas em conta na análise de seus processos de geração de conhecimento, inovação e de aprendizado. Assim, o artigo propõe:

- 1) retomar a taxonomia de Pavitt e aplicar um procedimento robusto (análise multivariada), para testar a proposta original;
- 2) considerar outros estudos a fim de contrastar os resultados obtidos;
- 3) avançar em procedimentos metodológicos que ajudem a melhorar a identificação de padrões industriais tecnológicos.

O referencial empírico usado é a *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC 2000)*, e o estabelecimento de padrões setoriais de inovação se deu por meio da utilização de técnicas de análise de *clusters*. Além desta introdução e das considerações finais, o trabalho apresenta outras três seções. Na seção 2, são discutidas as fundamentações teóricas do artigo. A seção 3 descreve a base de dados e a metodologia adotada no estudo. Por sua vez, a seção 4 sumaria os principais resultados da análise de *clusters* e a constituição do padrão de inovação.

2. Fundamentos teóricos

O conceito de mudança tecnológica está relacionado com o lançamento ou aprimoramento de produtos, processos produtivos, métodos gerenciais ou uso de insumos e matérias-primas modificadas. Os estudos voltados a esse tema, em geral, procuram elucidar quais as fontes e a direção do câmbio técnico, como são selecionadas e introduzidas as tecnologias vigentes e quais os seus impactos na produção industrial.

O entendimento dos fatores capazes de influenciar as diferenças intersetoriais relacionadas com a dinâmica inovativa não é unânime na literatura econômica. De início, pode-se afirmar que o fenômeno foi pesquisado por três linhas de investigação distintas: a primeira trata a questão da mudança técnica como exógena à ciência econômica; a segunda entende os processos inovativos como resultado da estrutura de mercado; e a terceira, em que se insere a teoria evolucionária, atribui uma lógica própria para o processo inovativo sem descartar a importância de fatores econômicos para a concepção dele.

A perspectiva que trata a mudança técnica como um elemento exógeno à economia sempre ocupou papel de destaque na corrente principal do pensamento (*mainstream*). Na tradição *neoclássica*, por exemplo, não são raros os estudos que entendem a tecnologia como um conjunto de informações aplicáveis de fácil reprodução (Arrow, 1962).¹

Na segunda corrente, os diferentes ritmos de câmbio tecnológico são explicados como um resultado das diversas estruturas de mercado. Inspirados em pressupostos atribuídos a Schumpeter, estudiosos da organização industrial tentaram mostrar a influência das variáveis de tamanho da firma e concentração de mercado no entendimento do desempenho inovativo de cada setor.

A terceira linha teórica explicativa das diferenças setoriais dos ritmos e direção da mudança tecnológica atribuía ao processo inovador uma lógica própria influenciada tanto por fatores econômicos, como por fatores intrinsecamente tecnológicos. A princípio, o argumento foi polarizado, de um lado, por pesquisadores que argumentavam sobre a possibilidade de os avanços técnico-científicos serem os principais propulsores das inovações. Por outro lado, a vertente tradicional da economia vislumbrava o crescimento do mercado e as pressões da demanda como as guias fundamentais do câmbio tecnológico (respectivamente, essas visões eram denominadas *technology push* e *demand pull*).²

A visão neo-schumpeteriana também possuía uma forma própria de interpretar a inovação tecnológica que se descolava daquela predominante no *mainstream*. Os teóricos dessa corrente entendiam o câmbio técnico como um processo dinâmico (vertente evolucionista) e com uma natureza acumulativa e irreversível em relação à trajetória tecnológica percorrida (Nelson & Winter, 1982). A solução de impasses técnicos estaria vinculada a um conjunto de conhecimentos, informações e capacitações que se formam com o decorrer do tempo, delineando trajetórias formadas a partir de determinantes práticos, científicos ou econômicos (Saviotti & Metcalfe, 1984).

Essa nova conceitualização da natureza e determinantes do ritmo e direção da mudança tecnológica levou, na década de 1980, ao desenvolvimento de uma linha de estudos voltada para a compreensão de regularidades setoriais nos determinantes da inovação. O estudo dos processos de inovação industrial através da agregação de “tipos de comportamento” (taxonomias) permite passar do caso específico ao

1 Tal visão do processo inovativo é, contudo, contestada por diversos economistas. A argumentação parte do pressuposto de que o desenvolvimento de novos produtos e novas técnicas requer o domínio de habilidades tácitas, tal como sugere Polanyi (1966).

2 Para o aprofundamento nas duas visões, recomenda-se a leitura dos trabalhos de Rosenberg (1974) e Schmookler (1966).

das regularidades, em que as práticas inovativas relevantes são compartilhadas por coletivos amplos (grupos de setores). Essa abordagem permite estabelecer “pautas de comportamento e relações estáveis que sustentam um trabalho teórico mais consistente” (Molero, 1994) e critérios firmes para elaborar e aplicar políticas tecnológicas.

Apesar do seu caráter estático, é possível realizar análise de estática comparativa, a fim de observar mudanças nas formas relevantes de inovação setorial ou evidenciar formas novas. Seu potencial explicativo está fortemente justificado pela quantidade de trabalhos aplicados que surgiram ao longo das décadas de 1980 e 1990, em diversos países, e pela sua contribuição teórica para entender fenômenos extensíveis dos processos de inovação setoriais mais profundos como a especialização tecnológica nacional, a causalidade entre estruturas de mercado e inovação ou as semelhanças e diferenças intersetoriais dos padrões de concorrência.

O trabalho de Pavitt (1984) representa o primeiro trabalho dessa nova linha de estudo na abordagem neo-shumpeteriana. Sua taxonomia setorial combina conceitos tanto da corrente evolucionista, quanto dos estudiosos da organização industrial e do debate *technology push versus demand pull*.

As similaridades nos processos produtivos das firmas redundam em trajetórias tecnológicas também similares entre os setores, permitindo o agrupamento das indústrias em três categorias, a saber:

- 1) setores dominados por fornecedores;
- 2) setores de produção intensiva, que se subdivide em setores intensivos em economias de escala e fornecedores especializados; e
- 3) setores baseados na ciência.

A categoria de setores dominados por fornecedores congrega a maior parte dos setores tradicionais como as indústrias têxteis, madeireiras, gráficas, de confecções, calçados, dentre outras. As firmas enquadradas nessa categoria são predominantemente pequenas, onde os departamentos de P&D detêm pouca projeção. As formas de aprimoramento tecnológico são, em geral, passivas, incorporadas na aquisição de maquinários, equipamentos e insumos. Prevaecem os processos de aprendizado informais, voltados, sobretudo, para a assimilação de tecnologias desenvolvidas externamente. As inovações de processo se sobressaem mais que as de produto, característica que reflete bem a maturidade dos bens produzidos nesses setores.³

3 Restrições impostas pelo tipo de dados analisados fizeram com que, na metodologia adotada por Pavitt (1984), as inovações de processo fossem classificadas como aquelas em que o setor produtor da inovação é também o usuário desta. Já as inovações de produto são aquelas em que o setor usuário se distingue do setor que produziu a inovação.

A trajetória tecnológica dominante visa à redução dos custos de produção e é, por via de regra, estabelecida verticalmente, ou seja, originada em outros setores. Por último, as condições de apropriabilidade são pequenas, compensadas pela criação de marcas registradas, diferenciação no desenho, estratégias de publicidade e formação de *know-how*.

Os setores de produção intensiva são profundamente ligados à produção em massa, de larga escala ou desenvolvida por meio de linhas de montagem. Essa característica explica o tamanho superior das empresas inseridas nessa categoria em comparação com as demais indústrias. As linhas de montagem condicionam uma forte divisão de trabalho, enquanto a sensibilidade à automação facilita a substituição de trabalho por capital.

Nos setores intensivos em economias de escala, primeira subdivisão dessa categoria, destacam-se as indústrias fabricantes de bens de consumo duráveis, como, por exemplo, a automotiva e siderúrgica. A intensidade dos esforços inovadores é considerável, tendo em vista que grande parte dos insumos tecnológicos é gerada internamente. O processo de produção é contínuo, tornando imprescindível a atuação dos departamentos de engenharia de produção, responsáveis, nesse contexto, pelos ganhos de produtividade. Os resultados inovadores ocorrem tanto em processos como em produtos. Os primeiros são protegidos, majoritariamente, por meio de segredo industrial ou *know-how*, enquanto os últimos são eventualmente patenteados.

Os setores de fornecedores especializados, outra subcategoria dos setores de produção intensiva, realçam a importância das interações usuário–produtor por congregarem indústrias produtoras de peças, componentes e acessórios, onde a complementaridade tecnológica é evidente. Os representantes mais notórios desse segmento são as indústrias mecânicas, de maquinaria e instrumentos, sendo, em geral, firmas de pequeno e médio porte, especializadas no fornecimento de insumos para grandes empresas. O tipo de inovação mais frequente é a de produto, tendo em vista que a maior parte das inovações é utilizada por setores diferentes daqueles onde elas foram elaboradas. Ainda que os departamentos de P&D figurem entre as condutas desenvolvidas por essas firmas com a finalidade de inovar, a principal forma de aprendizado redundando das interações usuário–produtor num processo de aprendizado contínuo, onde o acúmulo de conhecimento tácito ocupa papel especial.

Por fim, os setores baseados na ciência se apresentam como os mais sensíveis aos progressos no conhecimento científico e detentores das maiores

oportunidades tecnológicas.⁴ Dentre os principais representantes dessa categoria, estão as indústrias química, farmacêutica e de microeletrônica. Os departamentos de P&D constituem a principal forma de aprendizado nesse padrão, embora não se possa afirmar que o aprendizado das firmas seja exclusivamente interno, tendo em vista que a interação com instituições de pesquisa em ciência básica (universidades) também é representativa.

Pavitt diagnosticou que o tamanho médio das firmas integrantes desse padrão não era elevado, sendo esse resultado influenciado, sobretudo, pelas empresas do setor de eletroeletrônica. Todavia, a grande repercussão das inovações provenientes desses setores possibilita que o crescimento das firmas bem-sucedidas seja acelerado. A diversificação tecnológica nessa categoria é concêntrica e não-vertical, o que propicia que as inovações sejam consubstanciadas tanto em produto, como em processo. As formas de proteção desses resultados também são as mais variadas possíveis, incluindo patentes, sigilos, *lags* técnicos naturais ou *know-how*.

Com a melhora das fontes de informação e, sobretudo, com a ampla difusão das “pesquisas de inovação” – conduzidas inicialmente pelos países da OCDE e depois estendidas a outros países –, foi possível estudar as diversas dimensões da mudança tecnológica na indústria e novos estudos surgiram inspirados no trabalho de Pavitt (1984).

Para o caso britânico, Pavitt *et al.* (1989) propõem uma revisão da taxonomia anterior, que inclui a categoria de setores intensivos em informação e elimina a categoria de atividades dominadas pelos fornecedores. A inclusão da primeira é explicada pela constatação de que tecnologias computacionais são capazes de criar oportunidades tecnológicas com indiscutível potencial inovador. Já a exclusão da última tem a ver com a percepção de que as empresas classificadas nessa categoria assumem papel ativo em interações com fornecedores. Tais setores deveriam ser reordenados como intensivos em escala ou intensivos em informação.

As proposições de Pavitt foram corroboradas para o caso italiano (Archibugi *et al.*, 1991) e espanhol (Molero & Buesa, 1996; Urraca, 1998, 2000). No caso brasileiro foram raros os estudos voltados para a identificação de regimes tecnológicos intersetoriais de forma agregada. Sbraggia *et al.* (2002) identificam quatro tipos de empresas inovadoras no país com base em pesquisa promovida pela ANPEI (Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras). As categorias aventadas foram:

4 Para Malerba e Orsenigo (1995), um inovador conta com uma maior oportunidade tecnológica quando registra uma maior facilidade de inovar a partir de uma mesma dedicação de recursos, que, por sua vez, deriva do potencial de inovação da tecnologia que está sendo empregada. Segundo os mesmos autores, as maiores oportunidades tecnológicas são detectadas nos setores químicos, elétricos e eletrônicos.

- 1) empresas capacitadas e inovadoras;
- 2) capacitadas, porém pouco inovadoras;
- 3) inovadoras, porém pouco capacitadas; e
- 4) pouco capacitadas e pouco inovadoras.

já com base nas estatísticas disponibilizadas pela *PINTEC*, Kannebley Jr. *et al.* (2004) desenvolvem outra análise exploratória setorial, lançando mão de procedimentos estatísticos não-paramétricos. Contudo, as conclusões do trabalho dão conta de que a análise setorial, isoladamente, não é capaz de determinar parâmetros de inovação, embora o faça em análise conjunta com outras variáveis de estrutura e desempenho.

3. Referencial metodológico

O objetivo desta seção é apresentar a metodologia usada no trabalho para traçar o perfil setorial da inovação na indústria brasileira. Tendo em vista a meta de caracterizar os setores industriais de acordo com as suas fontes de inovação, formas de aprendizado e conhecimento, trajetória tecnológica, resultados inovativos e estrutura setorial/desempenho, julgou-se conveniente a aplicação de um método de análise fatorial capaz de agregá-los de acordo com suas similaridades. A técnica escolhida foi a análise de *clusters*, que será descrita na subseção 3.2. Antes desta, a subseção 3.1 expõe a base de dados empregada (*PINTEC 2000*) e a forma de construção das variáveis.

3.1. Base de dados e construção das variáveis

A *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC 2000)* foi a primeira e mais abrangente investigação oficial do fenômeno da inovação tecnológica na indústria brasileira. Realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) com o apoio financeiro da FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia), a pesquisa respeita a discussão metodológica internacional acerca da inovação, conferindo-lhe credibilidade e comparabilidade internacional. A abrangência temporal contempla o triênio 1998-2000⁵ e os marcos referenciais da pesquisa são o Manual de Oslo (em sua terceira versão proposta pela Community

5 A despeito da existência de pesquisas de inovação tecnológica mais recentes, é possível argumentar que os padrões setoriais de inovação não se alteram significativamente em curtos intervalos de tempo, peculiaridade que justifica a relevância do estudo.

Innovation Survey – CIS 1998-2000) e o Manual de Bogotá, especificamente voltado para países em desenvolvimento (Bastos *et al.*, 2003:467).

A unidade de observação é a empresa industrial, embora se reconheça que, em alguns casos, a unidade responsável pela condução das atividades inovativas está afastada do núcleo de decisões gerenciais. A sondagem representa um universo de 72.005 empresas industriais brasileiras, das quais 22.698 foram consideradas inovadoras em produto e/ou processo (12.658 declararam ter inovado em produto e 18.160 declararam ter inovado em processo). O recorte setorial sugerido na publicação e adotado neste estudo está num nível intermediário da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), desagregado entre dois e três dígitos (IBGE, 2002). A desagregação adotada assegura a representatividade estatística das informações de cada setor e não compromete o sigilo dos dados.

As variáveis utilizadas no artigo foram obtidas a partir de tabulações especiais possibilitadas pelo manuseio dos microdados da *PINTEC 2000* (IBGE, 2002). O Quadro 1 apresenta a definição das variáveis que respeita as determinações da pesquisa, e elas estão divididas por módulos de acordo com os tipos de análise de *clusters* desenvolvidos na seção seguinte.⁶ O quadro discrimina também o número das variáveis usadas para a construção de cada indicador de acordo com o questionário da *PINTEC*.

O conjunto de variáveis que define o padrão de inovação tratou de seguir o definido por Pavitt, introduzindo alguns desdobramentos posteriores. As variáveis foram agrupadas em cinco blocos, que representam os critérios mais relevantes que definem um padrão.

O bloco 1 estuda as fontes de inovação em termos de “origem da inovação”, em que a literatura identifica a diferença entre “fontes internas” ou “fontes externas” em função do insumo utilizado no processo (P&D, D&E, treinamento, patentes etc.) (Mansfield e Rapoport, 1975; Kamin *et al.*, 1981). O bloco 2 responde a um conjunto de variáveis relativas aos tipos de conhecimento utilizados ou produzidos e sua procedência, o que ajuda a compor um padrão de aprendizado em consonância com Malerba (1992).⁷ O bloco 3 inclui as variáveis que definem o principal foco da trajetória tecnológica de acordo com o trabalho de Klevorick *et al.* (1995). O bloco 4 reflete a tipologia dos resultados de inovação. O bloco 5 compreende

6 A elaboração de alguns indicadores foi possível graças à compatibilidade entre os dados da *PINTEC* e da *Pesquisa Industrial Anual* (PIA, *Pesquisa Industrial Anual 2000*. Rio de Janeiro: IBGE, v.19, n.1, 2002).

7 A relação estabelecida entre conhecimento tácito e alta relevância atribuída a contatos com outras empresas do grupo, clientes etc. responde à hipótese de inexistência de graus de codificação de conhecimento nas relações pessoais entre agentes. A relação estabelecida entre conhecimento codificado e fontes formais (centros de capacitação, assistência técnica, testes e ensaios etc.) surge da hipótese de que, esse tipo de relações, envolve algum grau de codificação de conhecimento, embora exista, também, possibilidade de câmbio de conhecimento tácito.

QUADRO 1
Descrição de variáveis

Cluster	Variável	Indicador	Nº variável no questionário PINTEC
1. Fontes de inovação	P&D	Dispêndios em P&D (R\$) / Rec. liq. de vendas	V22
	D&E	Dispêndios em proj. industriais e outras preparações técnicas (r\$) / rec. liq. de vendas	V28
	Treinamento	Dispêndios com treinamento / rec. liq. de vendas	V26
	Marketing	Dispêndios com introdução de inovações no mercado / rec. liq. de vendas	V27
	P&D externo	Dispêndios com aquisição externa de p&d / rec. liq. de vendas	V23
	Conhecimento externo	Dispêndios com aquisição de outros conhecimentos / rec. liq. de vendas	V24
	Máquinas/equipamentos	Dispêndios com aquisição de máquinas e equipamentos / rec. liq. de vendas	V25
2. Tipos de conhecimento e formas de aprendizado	Conhecimento tácito	Alta relevância atribuída a contatos com outras empresas do grupo, clientes, fornecedores, consumidores, feiras, concorrentes e outros	V92, V93, V95 e V102
	Conhecimento codificado	Alta relevância atribuída a fontes formais como centros de capacitação profissional e assistência técnica, instituições de testes/ensaios e similares	V96 a V101 e V103
	Pesquisa	Alta relevância atribuída a departamentos de P&D	V90
	Interação	Alta relevância atribuída à interação com redes de interação interfirmas e outras empresas	V117 a V120
	Subcontratação	Alta relevância atribuída a empresas de consultoria para inovação	V121
	Interação / universidades	Alta relevância atribuída a interação com universidades e centros de pesquisa	V122 e V123
3. Foco da trajetória tecnológica	Redução de custos	Alta relevância atribuída às inovações que reduzem custos de produção	V84 a V86
	Melhoria de produtos	Alta relevância atribuída às inovações que melhora a qualidade e ampliam a gama dos produtos	V77 e V78
	Foco misto	Foco das atividades inovativas engloba ambas as modalidades anteriores	V77, V78, V84 a V86
	Mudança dim. dos produtos	Alta relevância atribuída às inovações que aumentam a capacidade produtiva	V82
	Flexibilização da produção	Alta relevância atribuída às inovações que melhoram a flexibilidade produtiva	V83
	Novos mercados	Alta relevância atribuída às inovações que permitem a abertura de novos mercados	V81
	Especialização/clientes	Alta relevância atribuída às inovações que atendem exigências de clientes	V94
	Reduz Impacto Ambiental	Alta relevância atribuída às inovações que reduzem os impactos sobre o meio ambiente	V87
	Enquadramento regulação	Alta relevância atribuída às inovações que permitem a adaptação a normas reguladoras no país ou no exterior	V88, V89
4. Tipos de resultado inovativo	Inovação / produto	Proporção de firmas do setor que inovaram em produtos novos para ela ou para o mercado	V07, V08
	Inovação / processo	Proporção de firmas do setor que inovaram em processos novos para ela ou para o mercado	V10 e V11
	Inovação radical	Proporção de firmas do setor que inovaram com produtos/processos novos para o mercado ou depositárias de patente no exterior	V08, V11 e V132
	Inovação incremental	Proporção de firmas do setor que inovaram com produtos/processos novos para a empresa mas já existente no mercado nacional	V07, V10 e V132
	Firma patenteadora	Proporção de firmas do setor depositárias de patentes no Brasil ou no exterior	V132, V133
	Altamente inovadoras	Proporção de firmas do setor com projeto inovativo interno e que obtiveram inovação de produto/processo novos para o mercado nacional	V08, V11, V90 e V91
5. Variáveis de estrutura e desempenho	Tamanho médio	Calculado a partir do total de pessoas ocupadas	(PIA 2000)
	Tam. mínimo eficiente	Mediana de Florence – calculada a partir do total de pessoas ocupadas	(PIA 2000)
	CR4	Fatia de mercado das quatro líderes de cada setor (calculada pela rec. liq. de vendas)	(PIA 2000)
	Capital estrangeiro	Proporção de firmas do setor controladas por capital estrangeiro	V00
	Firmas exportadoras	Proporção de firmas do setor que exportaram no ano pesquisado	(PIA 2000)

Fonte: elaboração própria a partir da PINTEC 2000 e PIA 2000.

um conjunto de variáveis de estrutura e desempenho que caracterizam os setores em termos econômicos, e não de inovação em sentido estrito.

3.2. A análise de *clusters*

As técnicas de análise multivariada consistem em procedimentos estatísticos que buscam estabelecer relações entre duas ou mais variáveis, determinando, a partir dessas relações, parâmetros que permitam a construção de resultados agregados. Em outras palavras, esse tipo de técnica permite resumir um grande conjunto de informações em um número menor de parâmetros (Manly, 1986). A análise de *clusters* é uma das técnicas de análise multivariada, usada para combinar observações de tal forma a produzir agrupamentos que respeitem certas características. O desejável é que esses agrupamentos ou *clusters* congreguem o maior número possível de informações similares que, conjuntamente, se diferenciem das observações integrantes de outros *clusters*.

Em que pese o objetivo do trabalho de encontrar similaridades no comportamento inovativo dos setores industriais brasileiros, julgou-se adequada a adoção de tal técnica, que, ademais, assegura maior robustez à construção da taxonomia. A possibilidade de classificar os muitos setores em grupos menores a partir desse critério estatístico é perfeitamente aderente à proposta seminal do trabalho de Pavitt.⁸

Para o estabelecimento dos *clusters*, é necessária a escolha de alguma medida de similaridade, e, para este estudo, escolheu-se a distância euclidiana quadrática definida por:

$$D_{ij}^2 = \sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2$$

onde:

D_{ij}^2 = quadrado da distância euclidiana entre i e j ;

x_{ik} (x_{jk}) = atributo do i -ésimo (j -ésimo) componente na k -ésima variável;

p = número de variáveis.

O procedimento para a definição do número de *clusters* neste estudo combinou os métodos hierárquico e não-hierárquico, seguindo a sugestão de Sharma (1996:211). Para esse autor, o método hierárquico é o mais indicado para se estabelecer

8 Metodologia semelhante também foi adotada em trabalhos como o de Gonçalves e Simões (2005).

parâmetros para a análise, pois não exige suposições iniciais sobre a quantidade de agrupamentos. Já o método não-hierárquico é mais adequado para um refinamento posterior da análise. Os dois procedimentos podem, então, serem interpretados como complementares e não concorrentes.

As quantidades de partições propostas pelo método hierárquico foram assumidas como pistas iniciais para o número de agrupamentos a serem trabalhados no método não-hierárquico. Estimou-se, primeiramente, a análise de *clusters* pelo método hierárquico que proporciona uma variedade de “troncos” principais em torno dos quais as observações são agrupadas. A quantidade de troncos variava de acordo com o método de análise das distâncias na metodologia hierárquica (método de centróides, *single-linkage*, *complete-linkage*, *average-linkage* ou Ward). O passo seguinte visava avaliar qual a quantidade de troncos proporcionava um melhor ajuste pelo método não-hierárquico, avaliando-se estatísticas qualitativas e a intuição econômica proporcionada pelo ajuste.

Além dos desvios-padrão de cada variável em cada *cluster*, usados para conferir a homogeneidade das observações nos agrupamentos, as seguintes estatísticas qualitativas foram consideradas para a determinação da quantidade de *clusters*: distância euclidiana quadrática, R-quadrados total e parcial e Raiz Quadrada Média do Desvio-Padrão da Amostra ou Universo (RMSSTD, do inglês: *root-mean-square total-sample standard deviation*).⁹ Quando a distância euclidiana quadrática de um setor o aproximava de mais de um cluster, o critério de classificação se fundamentava em similaridades produtivas e tecnológicas em seu padrão de inovação.¹⁰ Padronizações já referendadas na literatura serviram de referência. O pacote estatístico computacional The SAS System possibilitou a geração da análise.

4. Padrões setoriais de inovação na indústria brasileira

A justificativa para se estudar padrões setoriais de inovação repousa sobre o argumento de que eles permitem o entendimento dos traços idiossincráticos da mudança tecnológica entre os setores, e mesmo entre as firmas. As padronizações podem captar informações no âmbito das empresas, estudando características como a dedicação de recursos à inovação, os tipos de resultados alcançados e o impacto das inovações no mercado. Ou ainda, podem enfocar elementos no nível setorial, pesquisando características da atividade produtiva que se pautam em elementos

9 Para detalhes da construção de cada estatística, verificar Sharma (1996:41, 195-198).

10 Importante salientar que esse critério foi adotado apenas quando a distância euclidiana quadrática que separava um setor de determinado *cluster* era igual ou marginalmente diferente da distância de um segundo *cluster*.

como os níveis de oportunidade tecnológica, o ritmo do câmbio técnico, as condições de apropriabilidade, as formas de aprendizagem e a estrutura industrial verificada nos setores.

Uma vez assumida a existência de especificidades nos processos da mudança tecnológica entre os setores industriais, constrói-se a motivação do estudo estatístico desenvolvido nesta seção, baseado nos métodos de análise de *clusters* descritos anteriormente. Nas cinco subseções subsequentes, serão apresentados os resultados dos *clusters* divididos por módulos, de acordo com o traço da mudança tecnológica que se pretendia pesquisar. Respectivamente, as subseções trazem o estudo das diferenças intersetoriais, considerando-se as fontes de inovação, as formas de aprendizagem e os tipos de conhecimento relevantes para inovar, as trajetórias tecnológicas, os resultados inovativos e as características de estrutura e desempenho.

4.1. Fontes de inovação

Entende-se por fontes internas de inovação os esforços desempenhados dentro das firmas com a finalidade de inovar. O processo de inovação é externo quando as iniciativas que dão origem ao câmbio técnico são conduzidas em qualquer outra parte, sendo posteriormente adquiridas pela firma por meio de práticas de mercado ou à margem deste. A *PINTEC 2000* permitiu identificar quatro fontes internas (P&D, D&E, treinamento e *marketing*) e três fontes externas de inovação (P&D externo, aquisição de tecnologia externa e aquisição de máquinas e equipamentos).

O R-quadrado da análise de *clusters*, exibido na Tabela 1, é de 78,78%, o que confere razoabilidade estatística para o exercício. A tabela também exhibe a *performance* de cada setor em relação à intensidade no uso das fontes de inovação, estando os setores já divididos entre os cinco *clusters* que resultaram da simulação estatística. O primeiro *cluster* é caracterizado pela baixa intensidade dos esforços inovativos, tanto internos quanto externos, estando a maioria bem abaixo da média nacional. A maior parte dos setores componentes desse *cluster* é de indústrias tradicionais¹¹ ou maduras, com baixo dinamismo tecnológico.

Dentre as fontes de inovação, aquela cuja intensidade mais se aproxima da média nacional está relacionada às estratégias de *marketing* para o lançamento de inovações no mercado (0,1762% para a média do *cluster*). Setores como o de

11 São considerados setores tradicionais aqueles cuja produção é percebida desde a gênese da indústria. Dentre os produtores de bens de consumo final, tem-se os setores têxtil, de confecções, couro/calçados, alimentos, bebidas, fumo, madeira/móveis e assemelhados.

TABELA 1
Análise de *clusters* 1: fontes de inovação*

Cluster	Setores	Fontes internas				Fontes externas		
		P&D	D&E	Trainam.	Marketing**	P&D	Aquis.	Aquis. máq./
						externo	tecnol. ext.	equip.
1	Indústria extrativa	0,2274	0,1603	0,0174	0,0092	0,0527	0,0382	0,9680
	Fabric. prod. alimentícios	0,2483	0,3378	0,0401	0,2989	0,0357	0,0594	1,3149
	Fabric. bebidas	0,0585	0,0933	0,0200	0,0458	0,0037	0,0328	0,8677
	Fabric. prod. fumo	0,6364	0,0633	0,0102	0,0329	0,0000	0,0031	0,3937
	Confec. art. vestuário/acess.	0,2113	0,3114	0,0811	0,1371	0,0118	0,0526	1,2797
	Couros, art. couro e calçados	0,2890	0,1865	0,0493	0,4036	0,0295	0,0806	0,7349
	Coque, comb. nucleares e álcool	0,0328	0,1635	0,0249	0,0050	0,0074	0,0360	1,0819
	Refino de petróleo	0,9556	0,1350	0,0050	0,0229	0,1119	0,0578	0,1224
	Metalurg. não-ferrosos/fundição	0,3296	0,7063	0,0786	0,0165	0,0570	0,0864	1,3467
	Máq. escritório/equip. informát.	1,2996	0,2086	0,1462	0,1732	0,2192	0,2332	0,8335
	Média cluster	0,4223	0,2677	0,0260	0,1762	0,0566	0,0635	0,9299
2	Fabric. prod. têxteis	0,2705	0,2856	0,0653	0,1266	0,0311	0,1472	2,7182
	Fabric. papel, emb. e artef. papel	0,3205	0,2277	0,0686	0,2113	0,0182	0,0251	2,8028
	edição, impres. e gravações	0,0661	0,3256	0,0311	0,0508	0,0542	0,0582	2,7127
	Fabric. produtos químicos	0,6197	0,5772	0,0670	0,2002	0,0575	0,2422	1,9298
	Fabric. art. borracha e plástico	0,4162	0,4097	0,0766	0,0650	0,1235	0,0683	3,3650
	Fabric. prod. min. não-metálicos	0,2968	0,4555	0,0877	0,1041	0,0713	0,4491	3,4117
	Fabric. prod. de metal	0,3518	0,4895	0,0911	0,2945	0,0765	0,1090	2,0902
	Fabric. máq. e equipamentos	1,1475	0,4145	0,1197	0,2606	0,0684	0,1075	2,0186
	Fabric. mat. eletrôn. básico	0,6858	0,3496	0,0682	0,0442	0,5851	0,2080	2,0388
	Fabric. de artigos do mobiliário	0,2418	0,3172	0,0922	0,1831	0,0415	0,1693	2,1583
Fabric. produtos diversos	0,5017	0,3468	0,0841	0,7276	0,0569	0,7011	1,9045	
	Média cluster	0,5181	0,4173	0,0776	0,1856	0,0700	0,1796	2,4109
3	Fabric. prod. madeira	0,1889	0,5403	0,1116	0,1060	0,0364	0,0649	4,1631
	Fabric. celulose e outras pastas	0,4920	0,2416	0,0358	0,0000	0,1272	0,0931	3,8623
	Produtos siderúrgicos	0,4382	1,8710	0,0497	0,0311	0,0149	0,1986	5,4188
	Fabric. peças/acess. p/ veículos	0,5478	0,9788	0,1252	0,0973	0,1304	0,2119	4,4513
	Média cluster	0,4454	1,3000	0,0802	0,0587	0,0624	0,1780	4,8390
4	Fabric. produtos farmacêuticos	0,8272	0,9826	0,1139	1,1865	0,6547	0,2822	1,6260
	Automotiva (exceto peças/acess.)	1,0400	1,8522	0,0535	0,9920	0,1508	0,9701	2,3418
		Média cluster	0,9827	1,6180	0,0698	1,0444	0,2865	0,6329
5	Fabric. máq., apar. e mat. elétrico	1,7642	0,7053	0,1995	0,1662	0,2613	0,3116	2,3655
	Fabric. apar. equip. comunicação	1,7460	0,5242	0,0900	0,1564	0,6495	0,3603	1,4466
	Instr. méd.-hosp., precisão/ópticos	1,7688	0,4018	0,2030	0,4301	0,0793	0,1977	1,9549
	Fabric. out. equip. de transporte	2,7193	0,7885	0,3719	0,2017	0,0266	0,2417	1,5436
	Média cluster	1,9400	0,6201	0,1868	0,1902	0,3657	0,3095	1,7823
	Brasil	0,6424	0,5662	0,0717	0,2439	0,1083	0,2006	2,0033
	R-quadrado: 0,7878							RMSSTD: 0,0028

Fonte: IBGE, *PINTEC 2000*. Elaboração própria.

* Construída a partir da intensidade dos esforços inovativos = dispêndio (em reais) para a obtenção da fonte/receita líquida de vendas.

** Dispêndios em *marketing* apenas para o lançamento de inovações.

“Alimentos” e de “Couro/calçados” são mais intensivos nessa atividade que a média brasileira, o que vai ao encontro dos fundamentos teóricos que argumentam que, nesses setores tradicionais, as práticas visando à valorização das marcas e à diferenciação de produtos são fontes de inovação importantes, conferindo também vantagens de apropriabilidade em determinados tipos de inovação (Pavitt, 1984; Archibugi *et al.*, 1991).

Surpreendentemente, esse agrupamento congrega o setor de “Máquinas para escritório e equipamentos de informática”, que destoa dos indicadores do restante do grupo. Sua inclusão nesse *cluster* é resultado das similaridades relacionadas à baixa intensidade na aquisição de máquinas e equipamentos. Nas demais variáveis, contudo, o desempenho desse setor, em geral, supera a média nacional.

O segundo *cluster* também é caracterizado pelos baixos dispêndios direcionados para a busca de inovações, embora supere sistematicamente os esforços do *cluster* 1. Sua composição traz desde setores tradicionais de consumo de massa – como o “Têxtil”, de “Papel” e “Mobiliário” – até setores mais sofisticados tecnologicamente como o setor “Químico”, de “Borracha/plástico” e “Materiais eletrônicos básicos”. Trata-se, pois, de um *cluster* bastante diversificado no que se refere às características dos setores produtivos.

As intensidades no uso das fontes de inovação estão bem próximas da média nacional para o caso da aquisição de máquinas e equipamentos e práticas de treinamento. Para as demais variáveis, o desempenho está abaixo da média nacional. Essa verificação não deixa de ser inusitada quando se consideram os setores tidos como mais dinâmicos tecnologicamente que integram esse *cluster*.

Ramos da indústria internacionalmente reconhecidos como capazes de gerar grandes encadeamentos tecnológicos (como o de “Produtos químicos” e de “Produtos eletrônicos”) demonstram esforços internos de pesquisa relativamente baixos, utilizando, de forma mais contundente, fontes externas de inovação. Tal característica pode limitar o potencial de geração própria de inovações nesses setores, embora não impeça que estes conduzam sua produção nos moldes da vanguarda mundial (Katz, 2000). Já em relação aos setores mais tradicionais, tipicamente “Dominados por fornecedores” como o “Têxtil”, de “Edição/gravação” e de “Artigos do mobiliário”, esse tipo de comportamento inovador não chega a ser inesperado.

O *cluster* de número 3 é composto por quatro setores: “Produtos de madeira”, Celulose e outras pastas”, “Produtos siderúrgicos” e “Peças/acessórios para veículos”. Os dois elementos mais importantes para a conformação da mudança tecnológica são a aquisição de máquinas e equipamentos e as atividades

de D&E, cujas intensidades superam o dobro da média nacional. As atividades de treinamento são ligeiramente superiores a esta, enquanto nenhuma das outras variáveis a atinge. Esse tipo de comportamento condiz com as expectativas geradas em torno da maior parte de setores incluídos nesse *cluster*, tidos como intensivos em escala ou fornecedores especializados.

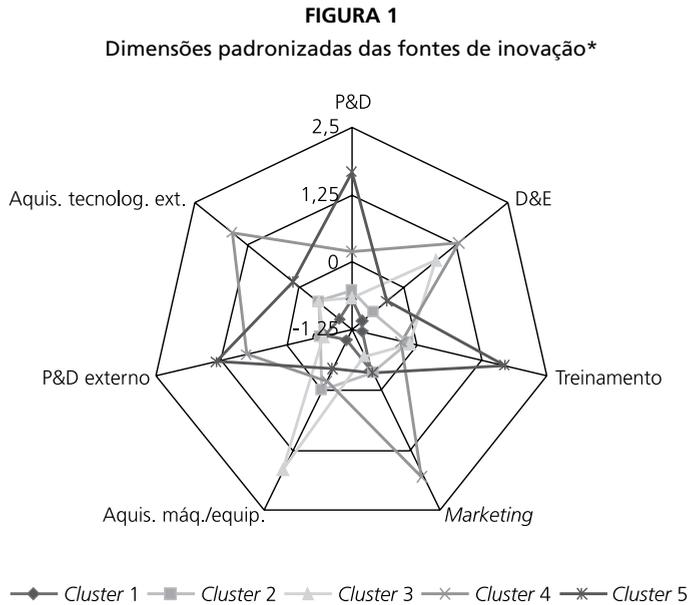
O quarto *cluster*, formado pelos setores de produção “Farmacêutica” e “Automotiva”, se destaca por apresentar uma alta intensidade em praticamente todas as variáveis de origem do câmbio tecnológico. A única fonte cuja intensidade está abaixo da média nacional é a atividade de treinamento (embora esteja muito próxima desta). Chamam a atenção, contudo, os níveis de intensidade das atividades de D&E, P&D externo, aquisição de tecnologia externa e *marketing*, e a intensidade desta última supera em mais de quatro vezes a média nacional. Esse fato deve estar relacionado à importância exercida pela publicidade nesses setores, tipicamente oligopolizados, em que a diferenciação de produtos e de marcas é especialmente importante (Scherer & Ross, 1990: cap. 10).

De qualquer maneira, nota-se que não há preponderância de fontes internas ou externas no processo de busca inovadora desses setores, sendo ambas praticadas de forma intensiva, talvez como consequência do alto nível de oportunidades tecnológicas que caracterizam as atividades desses setores.

O *cluster* 5 também é caracterizado pela presença de setores com altas oportunidades tecnológicas como o de “Máquinas e aparelhos elétricos”, “Equipamentos de comunicação”, “Instrumentos médicos e de precisão” e “Outros equipamentos de transporte”. Nele, apenas as práticas de *marketing* e de aquisição de máquinas e equipamentos apresentam intensidade abaixo da média brasileira, sendo também este o *cluster* que apresenta as maiores intensidades de P&D, tanto interno quanto externo.

O fato de se tratarem de setores tradicionalmente reconhecidos como “Fornecedores especializados” pode ajudar a explicar a baixa intensidade dos esforços de lançamento de novos produtos no mercado (*marketing*), tendo em vista que essa prática não figura entre as principais estratégias verificadas nesses setores. O dinamismo tecnológico verificado nessas indústrias fornece subsídios para o entendimento dos altos esforços internos de busca tecnológica como as atividades de P&D e D&E.

A Figura 1 exhibe graficamente as dimensões padronizadas das intensidades médias de cada fonte de inovação para os distintos agrupamentos. A figura reafirma o *cluster* 1 como o menos intensivo nos esforços inovativos, com ligeira dissonância na intensidade do *marketing* para o lançamento de inovações. O *cluster* 2 aparece



Fonte: IBGE, PINTEC 2000. Elaboração própria.

* Construídas a partir das médias dos clusters.

como um pouco mais intensivo, sobretudo na aquisição de máquinas e equipamentos, enquanto o *cluster 3* se destaca na intensidade dessa fonte em conjunto com as atividades de D&E. O *cluster 4* demonstra-se intensivo em praticamente todos os esforços inovativos, ao passo que o *cluster 5* desponta como altamente intensivo nos gastos com P&D, P&D externo e treinamento.

O conjunto de informações apresentado nesta subseção permite a argumentação de que, para boa parte dos setores industriais brasileiros, não se nota especialização apenas em fontes internas ou externas de inovação. O que se percebe de forma nítida é que alguns setores são pouco intensivos na diversidade de fontes inovadoras, enquanto outros assinalam alta intensidade em vários indicadores de origem do câmbio técnico. As atividades de busca tecnológica parecem complementar com intensidade crescente nos setores reconhecidamente tratados como de maior oportunidade tecnológica.

Tal como no caso italiano, os setores que mais investem em P&D tendem a investir consideravelmente em outras atividades inovativas (Archibugi *et al.*, 1991). Assim, ainda que a prática de P&D possa ser considerada apenas a “ponta do iceberg” em termos de esforços tecnológicos, nota-se a existência de atividades complementares a essa prática, que variam de acordo com as especificidades de cada *cluster*. De

um total de 31 setores, 7 investiram mais que 1% das receitas líquidas de vendas em atividades de P&D, ao passo que 15 setores investiram mais que 2% destas na aquisição de máquinas e equipamentos com finalidade inovadora.

Parece clara, também, a existência de consideráveis diferenças intersetoriais relacionadas com a origem da mudança tecnológica no Brasil, estando os menores esforços associados aos setores tradicionais, em que a probabilidade de se observar inovações radicais é menor. Tal cenário apresenta implicações para os demais indicadores tecnológicos, conforme pode ser acompanhado nas subseções seguintes.

4.2. Formas de aprendizagem e tipos de conhecimento relevantes

Os tipos de conhecimento relevante e as formas de aprendizagem verificadas no desempenho inovativo da indústria também podem apresentar caráter interno ou externo.

As formas internas resultam da *expertise* obtida com a recorrência da produção, do uso de insumos e de bens de capital, ou da pesquisa da própria empresa. Já as formas externas envolvem assimilação de conhecimentos de outros agentes (Malerba, 1992).

O questionário da *PINTEC 2000* permitiu a construção de seis indicadores de conhecimento e aprendizagem, quais sejam: conhecimento tácito, conhecimento codificado, aprendizagem por pesquisa, por subcontratação, por interação com outros agentes (incluindo fornecedores ou clientes) e por interação específica com universidades e centros de pesquisa.

A Tabela 2 mostra que as seis variáveis usadas nesse módulo proporcionaram um R-quadrado bastante significativo (87,63%). Seis *clusters* foram gerados, sendo o primeiro formado essencialmente por setores tradicionais e caracterizado pela baixa relevância atribuída pelas empresas a todos os tipos de aprendizagem. Os indicadores agregados de cada *cluster* não atingem a média nacional em nenhuma das variáveis, sendo raros os setores que a superam em qualquer situação. Pode-se dizer que, tal como em estudos desenvolvidos para outros países, esses setores tendem a se comportar como “Dominados por fornecedores”, com baixo dinamismo inovativo.

Congregando outros setores tradicionais, além de alguns mais intensivos em escala ou em bens de capital como o de “Refino de petróleo”, o de “Metalurgia de não-ferrosos/fundição” e o “Automotivo”, o segundo *cluster* também se caracteriza pela ausência de uma forma de aprendizado tida como muito relevante pelas empresas que o compõem. A importância atribuída para as diversas formas de aprendizagem e acumulação de conhecimento está bem próxima da média nacional, com uma

TABELA 2

Análise de *clusters* 2: tipos de conhecimento e formas de aprendizado relevante para inovar*

Cluster	Setores	Aprendiz.	Aprendiz.	Aprendiz.	Aprendiz.	Aprendiz.	Interação universidade e centros pesq.
		Conhec. tácito	Conhec codific.	pesquisa	subcontrat.	interação	
1	Indústria extrativa	15,73	6,91	10,73	4,96	15,56	2,26
	Fabric. prod. alimentícios	21,30	11,34	14,28	7,35	22,75	6,03
	Fabric. prod. fumo	19,93	13,38	15,56	6,92	17,75	6,92
	Confec. art. vestuário/acess.	20,76	9,61	10,96	4,77	21,09	4,05
	Fabric. prod. madeira	14,45	6,71	6,97	1,64	14,53	1,24
	Fabric. prod. min. não-metálicos	17,92	9,09	8,65	4,58	18,58	4,16
	Produtos siderúrgicos	17,25	12,28	15,41	8,11	18,68	6,92
	Média cluster	19,12	9,49	10,98	5,11	19,79	4,19
2	Fabric. bebidas	27,42	16,01	16,87	4,48	27,50	3,06
	Fabric. prod. têxteis	25,08	12,91	12,35	4,05	25,54	3,69
	Couros, art. couro e calçados	26,67	13,77	20,01	8,98	28,16	7,95
	Fabric. papel, bem. e artef. papel	24,73	10,65	18,00	3,62	24,71	3,62
	Edição, impres. e gravações	28,94	11,46	15,72	2,36	30,31	1,91
	Refino de petróleo	25,88	11,25	27,12	11,25	24,47	8,68
	Fabric. art. borracha e plástico	31,98	9,44	22,44	4,38	32,97	3,73
	Metalurg. não-ferrosos/fundição	27,44	15,40	26,66	5,88	27,13	4,50
	Fabric. prod. de metal	26,49	10,52	13,03	3,50	26,80	3,02
	Automotiva (exceto peças/acess.)	24,91	7,61	10,06	3,25	26,08	2,74
	Fabric. de artigos do mobiliário	32,75	12,63	15,85	5,60	32,93	3,20
	Fabric. produtos diversos	26,79	5,86	11,21	2,49	26,88	2,43
Média cluster	28,36	11,34	16,41	4,53	28,99	3,67	
3	Fabric. celulose e out. pastas	46,28	23,14	27,77	23,14	46,28	23,14
	Coque, comb. nucleares e álcool	39,28	28,51	32,05	24,90	39,36	15,65
	Fabric. produtos farmacêuticos	40,52	30,77	34,48	18,17	43,09	13,23
	Média cluster	40,43	30,07	33,76	19,72	42,41	14,04
4	Fabric. produtos químicos	38,92	23,49	40,92	13,09	38,50	12,03
	Fabric. máq. e equipamentos	35,93	16,36	29,41	8,28	36,40	5,49
	Fabric. máq., apar. e mat. elétrico	39,76	18,91	27,98	10,82	38,94	10,39
	Fabric. apar. equip. comunicação	41,74	29,34	39,48	12,32	41,41	8,53
	Fabric. peças/acess. p/ veículos	36,39	19,00	27,21	11,73	38,24	10,91
	Fabric. outros equip. de transporte	37,57	20,47	38,25	3,45	36,09	2,46
	Média cluster	27,60	19,46	32,70	10,18	37,66	8,44
5	Fabric. mat. electrón. básico	55,45	30,30	35,27	4,53	56,52	4,53
	Instr. méd.-hosp., precisão/ópticos	51,61	23,97	43,30	15,77	49,75	14,95
Média cluster	52,59	25,55	41,29	12,88	51,53	12,25	
6	Máq. escritório/equip. informát.	42,14	44,65	45,97	22,01	45,91	15,09
Brasil	26,01	12,03	16,75	5,82	26,58	4,76	
R-quadrado: 0,8763			RMSSTD: 0,0327				

Fonte: IBGE, *PINTEC 2000*. Elaboração própria.

* Construída a partir das probabilidades (%) de as empresas dos setores industriais atribuírem alta relevância a alguma forma de aprendizado e tipo de conhecimento.

ligeira proeminência do setor de “Refino de petróleo”, que excede um pouco a média brasileira no que se refere aos aprendizados por pesquisa, subcontratação e interação com universidades e centros de pesquisa.

Os setores de “Celulose e outras pastas”, “Coque, combustíveis nucleares e álcool” e de “Produtos farmacêuticos” formam o terceiro *cluster*, que, ao contrário dos dois anteriores, supera sistematicamente a média nacional em todos os indicadores da relevância das formas de conhecimento/aprendizado. O desempenho do *cluster* é especialmente alto nos indicadores de conhecimento codificado e de aprendizado por pesquisa, subcontratação e interação com universidades, em que a probabilidade de se encontrar uma empresa que considere tais quesitos importantes supera a média nacional em pelo menos duas vezes.

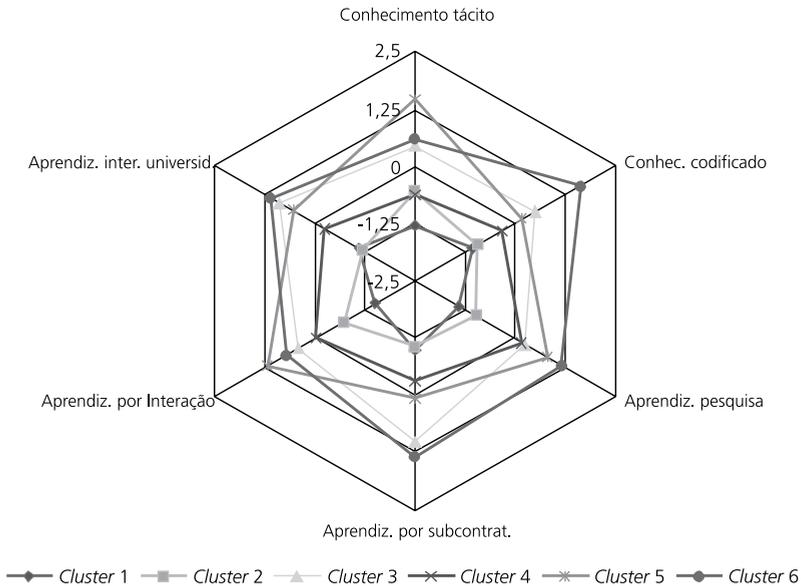
Curioso notar que, de acordo com a subseção anterior, os setores de “Celulose e outras pastas” e “Coque, combustíveis nucleares e álcool” não estão entre os mais intensivos em P&D, porém atribuíram alta relevância para a pesquisa no sentido de contribuir para o desempenho inovativo.

O quarto *cluster*, formado por setores com alto conteúdo tecnológico como o de “Química”, “Aparelhos e equipamentos de comunicação” e “Outros equipamentos de transporte” (incluindo aeronaves), surpreendentemente apresenta indicadores inferiores aos do *cluster* 3. Embora estes superem a média nacional em praticamente todos os casos, era de se esperar que, em setores tipicamente classificados como fornecedores especializados – como o de “Máquinas e equipamentos”, de “Máquinas elétricas” e de “Peças automotivas” –, a importância atribuída às formas de aprendizado por via de interação/cooperação fosse maior.

O agrupamento 5, que aglutina os setores de “Material eletrônico básico” e de “Instrumentos médicos e de precisão”, também se destaca pela atribuição de grande importância para todas as formas de aprendizado e tipos de conhecimento pesquisados. Em geral, os indicadores desse módulo atingem o dobro da média nacional. Nota-se também que a proporção de empresas que atribuíram alta relevância para o aprendizado por interação é a maior dentre todos os agrupamentos, uma característica compatível com o comportamento de setores “Fornecedores especializados”.

Já o *cluster* 6, formado apenas pelo setor de “Máquinas de escritório e equipamentos de informática”, apresenta alta propensão em valorizar as variadas formas de aprendizado e conhecimento, destacando-se no conhecimento codificado e na aprendizagem por subcontratação e por interação com universidades. Esse resultado é parecido com o desempenho assinalado pelo *cluster* 3, porém esse último *cluster* o replica em magnitudes ainda maiores.

FIGURA 2
Dimensões padronizadas das características de aprendizado*



Fonte: IBGE, PINTEC 2000. Elaboração própria.

* Construídas a partir das médias dos clusters.

O desempenho de cada *cluster* também pode ser examinado por meio da Figura 2, que ratifica os agrupamentos 1 e 2 como os que menor relevância atribuíram a todos os tipos de conhecimento e aprendizado. A figura também mostra o *cluster* 4 numa posição intermediária, enquanto os *clusters* 3, 5 e 6 assinalam importância considerável para praticamente todas as variáveis estudadas. O formato concêntrico da figura delinea a inexistência de uma forma de aprendizagem dominante entre os setores industriais brasileiros. Aqueles que atribuem pouca importância para alguma forma de aprendizagem o fazem para todas as demais, enquanto outros setores parecem recorrer simultaneamente a todos os tipos de conhecimento possíveis para inovar.

Existe uma correspondência razoável entre os setores que maior importância atribuíram às diferentes formas de conhecimento e aprendizado (*clusters* 3, 5 e 6) e aqueles que se mostraram mais intensivos nos esforços inovativos de acordo com a subseção anterior.

Os reduzidos percentuais de empresas que julgaram importantes as estratégias de interação para a consecução de inovações circunscrevem a desarticulação do Sistema Nacional de Inovação Brasileiro. Percebe-se que os setores que mais

interagiram foram também os que mais investiram em atividades inovativas, um resultado adiantado por Britto (2004).

No caso específico da interação com universidades e centros de pesquisa – um dos indicadores da sinergia entre ciência e tecnologia –, verifica-se que os setores com maiores oportunidades tecnológicas são também os mais interativos. Em geral, os setores que mais se destacaram pelo número de empresas que consideraram esse tipo de interação como importante forma de aprendizado foram também os setores que se relacionaram com o maior número de áreas científicas no estudo de Klevorick *et al.* (1995).

Tanto a origem das inovações quanto as formas de conhecimento e aprendizagem até aqui apresentadas influenciam no tipo de resultado inovativo verificado em cada setor. A próxima subseção apresenta os resultados da análise de *clusters* que examinou esse tema.

4.3. Foco da trajetória tecnológica

Entende-se por trajetórias tecnológicas o conjunto de soluções comuns adotadas por uma firma ou conjunto de empresas no sentido de promover soluções novas na produção industrial (Saviotti e Metcalfe, 1984). Elas são moldadas por determinantes técnicos, produtivos, científicos ou econômicos e trazem em si uma carga de condicionantes históricos (*path dependence*), que, às vezes, chegam a impedir que a tecnologia mais eficiente seja a tecnologia dominante.

A formação das trajetórias tecnológicas envolve motivações e determinantes complexos, sendo impossível afirmar que um único fator possa ser responsável pelo engajamento da firma em determinada trajetória em detrimento das demais. Apesar dessa complexidade, a análise proposta nesta seção procurou captar, a partir do questionário da *PINTEC*, quais são os aspectos mais importantes a induzir a mudança tecnológica nos setores industriais brasileiros. Pesquisaram-se quais as motivações para inovar receberam o atributo “altamente relevante” entre as empresas pesquisadas, com o objetivo de se detectar quais eram os focos da trajetória tecnológica percorrida.

Nove tipos de foco foram identificados e incluídos na análise de *clusters*:

- 1) redução de custos;
- 2) melhora de produtos;
- 3) redução de custos e melhora de produtos simultaneamente (foco misto);

- 4) mudança na dimensão dos produtos;
- 5) flexibilização da produção;
- 6) inserção em novos mercados;
- 7) especialização a exigências de clientes;
- 8) redução do impacto ambiental; e
- 9) enquadramento em normas regulatórias.

A Tabela 3 mostra que as variáveis tiveram importância considerável para a conformação dos *clusters*, proporcionando um R-quadrado geral de 76,06%. Percebe-se que foram formados cinco agrupamentos, sendo o primeiro formado por setores tradicionais e também pelas indústrias “Siderúrgica”, “Automotiva” e de “Coque, combustíveis nucleares e álcool”. Esse *cluster* é caracterizado pela ausência de qualquer trajetória tecnológica dominante, e a proporção de empresas que atribuíram alta relevância para algum tipo de trajetória esteve abaixo da média nacional na maior parte dos casos.

Algumas exceções pontuais são notadas. O setor “Automotivo”, por exemplo, apresentou um número considerável de empresas que avaliaram a especialização às necessidades de clientes um quesito importante para delinear a busca tecnológica. Esse resultado talvez seja explicado pela inclusão dos setores fabricantes de carrocerias e reboques nessa agregação, sendo factível que tais indústrias se comportem como “Fornecedoras especializadas”. O setor automotivo ainda se destaca pela proporção de empresas que julgaram as normas regulatórias como importantes para a conformação da trajetória tecnológica.

As demais exceções ficam por conta do setor de “Fumo”, que também atribui alta relevância para o enquadramento em regulações, e o setor de “Coque, combustíveis nucleares e álcool”, que destaca esse foco e a redução dos impactos ambientais como importantes.

O segundo *cluster* é formado por ramos industriais bastante diversificados, incluindo desde setores de menor conteúdo tecnológico como o de “Bebidas”, “Couro/calçados”, “Edição” e “Móveis” até setores de potencial inovador mais elaborado como o “Químico” e de “Borracha/plástico”. Assim como no *cluster* anterior, não se percebe nenhum foco que se sobressaia em relação aos demais. A não ser pelo foco ligado ao enquadramento em regulação, o resultado de todos os demais quesitos se aproxima bastante da média brasileira.

TABELA 3
Análise de *clusters* 3: foco das trajetórias tecnológicas*

Cluster	Setores	Red. de	Melhora	Foco misto	Mud.	Flexibiliz.	Novos	Espec. a	Reduções	Enquadram.
		custos	de produt.	(A e B)	dimens.	produção	merc.	clientes	impacto	regulação
		(A)	(B)	de produç.					ambiental	
	Indústria extrativa	6,83	8,92	3,43	11,86	4,55	4,57	5,78	9,66	1,22
	Fabric. prod. alimentícios	7,90	16,48	5,61	10,52	8,12	3,57	10,49	7,23	1,42
	Fabric. prod. fumo	2,18	26,22	2,18	4,37	4,37	4,37	9,26	8,65	4,37
	Fabric. prod. têxteis	8,08	22,27	5,21	10,10	9,46	6,24	10,39	6,40	1,32
	Confec. art. vestuário/acess.	7,34	16,38	6,43	11,39	10,31	6,56	8,95	1,89	0,73
1	Fabric. prod. madeira	4,39	7,15	2,54	6,81	4,57	2,66	4,78	4,59	0,85
	Fabric. papel, emb. e artef. papel	7,50	19,42	6,19	12,99	11,01	4,63	9,79	5,18	1,08
	Coque, comb. nucleares e álcool	8,00	16,73	5,67	9,93	9,20	9,15	12,06	14,52	5,52
	Fabric. prod. min. não-metálicos	7,44	13,05	6,12	8,38	7,03	3,86	6,90	5,97	0,56
	Produtos siderúrgicos	5,82	13,18	3,44	12,50	11,46	3,73	11,92	6,47	2,53
	Automotiva (exceto peças/acess.)	4,84	17,28	4,70	7,13	6,71	5,80	17,88	5,50	3,03
	Média cluster	7,08	14,89	5,11	9,95	8,07	4,60	8,72	5,33	1,07
	Fabric. bebidas	10,42	22,10	6,79	17,74	12,43	3,96	17,61	9,73	1,00
	Couros, art. couro e calçados	9,41	25,93	8,27	12,88	13,68	5,75	11,17	9,20	1,03
	Fabric. produtos químicos	9,40	22,81	7,64	18,60	14,62	6,92	10,62	3,63	0,69
	Edição, impres. e gravações	12,73	28,05	7,85	19,30	15,69	14,69	20,90	12,92	4,10
2	Fabric. art. borracha e plástico	13,85	25,78	9,83	20,69	16,41	12,25	18,08	1,03	0,62
	Metalurg. não-ferrosos/fundição	13,01	26,18	10,89	20,76	13,02	10,60	15,38	11,67	2,11
	Fabric. prod. de metal	9,33	22,23	7,10	17,31	12,00	7,93	12,96	9,27	1,71
	Fabric. de artigos do mobiliário	10,83	24,11	10,16	15,71	9,75	6,77	14,41	10,65	0,78
	Fabric. produtos diversos	5,74	20,10	5,21	13,47	13,13	8,40	14,98	6,60	1,76
	Média cluster	10,16	24,15	8,30	17,26	13,32	8,65	14,57	9,16	1,40
	Refino de petróleo	17,71	33,70	14,57	24,99	24,99	2,80	22,20	8,21	2,80
	Fabric. produtos farmacêuticos	18,15	32,82	14,79	21,90	19,21	15,03	20,83	15,35	7,03
3	Fabric. apar. equip. comunicação	24,00	45,04	23,32	23,93	28,12	18,40	24,83	12,08	4,47
	Fabric. peças/acess. p/ veículos	18,44	30,76	16,32	24,81	25,49	8,63	20,26	17,91	4,87
	Média cluster	19,24	33,80	16,93	23,76	24,04	12,02	21,22	15,91	5,36
	Fabric. máq. e equipamentos	11,03	30,12	8,50	13,72	14,21	12,30	22,20	9,90	4,88
	Máq. escritório/equip. informát.	9,61	41,69	8,05	10,82	17,23	10,38	24,68	10,11	4,54
4	Fabric. máq., apar. e mat. elétrico	14,68	32,80	11,46	15,08	15,94	15,27	25,81	14,31	3,70
	Fabric. mat. eletrôn. básico	18,02	37,07	8,09	16,05	10,38	21,75	38,77	10,11	7,43
	Instr. méd.-hosp., precisão/ópticos	7,05	36,41	6,42	20,04	18,67	10,47	35,62	14,24	11,71
	Fabric. outros equip. de transporte	12,11	35,58	11,02	14,98	15,58	13,55	29,27	6,99	4,00
	Média cluster	11,67	32,14	9,04	14,73	15,01	13,09	25,35	11,13	5,36
5	Fabric. celulose e outras pastas	13,88	27,77	9,26	9,26	13,88	27,77	27,77	27,77	0,00
	Brasil	9,11	20,45	7,08	7,08	11,08	7,11	12,80	7,59	1,71
	R-quadrado: 0,7606					RMSSTD: 0,0319				

Fonte: IBGE, *PINTEC 2000*. Elaboração própria.

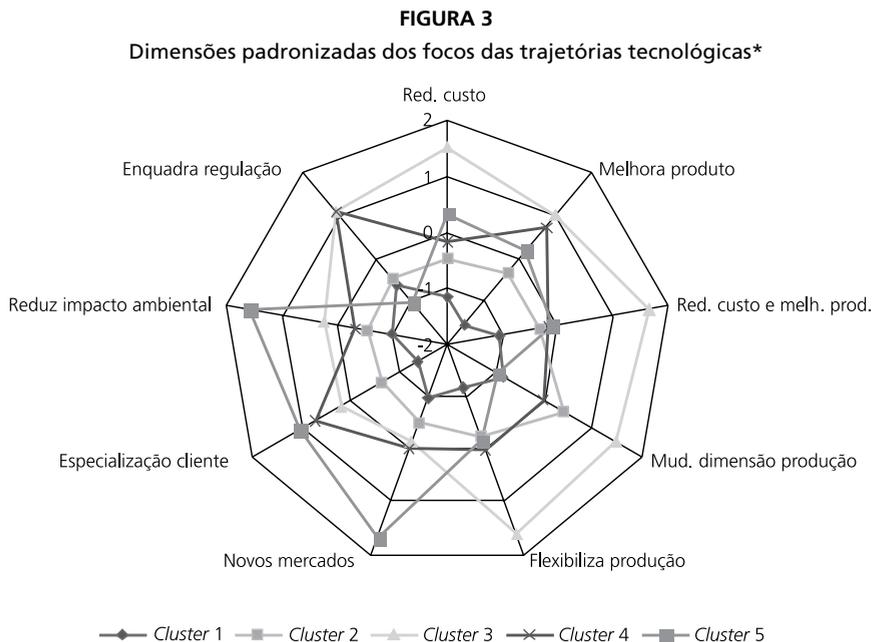
* Construída a partir da probabilidade de as empresas dos setores industriais brasileiros atribuírem alta relevância a algum foco de trajetória tecnológica.

Já o *cluster* 3 é composto por quatro setores: “Refino de petróleo”, “Produtos farmacêuticos”, “Aparelhos e equipamentos de comunicação” e “Peças/acessórios para veículos”. Trata-se de um *cluster* formado por setores que tendem a formar suas trajetórias tecnológicas enfocando os mais variados traços. O percentual de empresas que outorgou alta relevância aos diversos focos superou a média nacional em todos os quesitos. Todavia, o *cluster* se destacou mais acentuadamente nas seguintes variáveis: redução de custos (isolada e conjuntamente com o foco de melhora de produtos), mudança na dimensão da produção e flexibilização desta. Chama a atenção a proporção de empresas do setor “Farmacêutico”, que consideraram as atividades inovativas relevantes para o enquadramento em exigências regulatórias (quatro vezes superior à média nacional).

Pode-se dizer que o *cluster* 4 congrega boa parte dos setores reconhecidos como “Fornecedores especializados”. Os seis setores que o compõe sobrepõem a média nacional de empresas que consideram a especialização às demandas de clientes uma questão representativa para a formação das estratégias tecnológicas. Composto pelos setores de “Máquinas/equipamentos”, “Máquinas para escritório/informática”, “Máquinas e aparelhos elétricos”, “Material eletrônico”, “Instrumentos médicos e de precisão” e de “Outros equipamentos de transporte”, esse *cluster* também se destaca pela importância do enquadramento nas normas de regulação como constituinte do foco inovador.

Por último, temos o *cluster* 5, composto apenas pelo setor de “Celulose e outras pastas”. Este se destaca pela alta relevância atribuída a três focos para a formação de trajetórias tecnológicas: conquista de novos mercados, especialização a demandas de clientes e redução dos impactos ambientais. O primeiro pode estar relacionado às tentativas de consolidação da competitividade externa desse setor. O segundo denota que, em certa medida, a indústria de “Celulose” pode comportar-se como uma “Fornecedora especializada”. Já o terceiro certamente se relaciona às questões ecológicas que permeiam tal atividade, intensiva em recursos naturais.

A Figura 3 também é emblemática no sentido de apontar os *clusters* 1 e 2 como não-possuidores de um foco dominante na formação das trajetórias tecnológicas, apresentando também as menores representatividades no conjunto de variáveis. O polígono formado pelo *cluster* 3 prestigia as arestas que representam os focos de redução de custos, mudança na dimensão dos produtos e flexibilização da produção. O *cluster* 4 se destaca nas variáveis de enquadramento a exigências de regulação e especialização às demandas de clientes, ao passo que o *cluster* 5, além de incorporar o último foco como importante, também o faz para os focos de abertura de novos mercados e redução do impacto ambiental.



Fonte: IBGE, PINTEC 2000. Elaboração própria.

* Construídas a partir das médias dos clusters.

É interessante assinalar que, em conformidade com as conclusões do trabalho de Klevorick *et al.* (1995), pode-se destacar a existência de algumas relações entre as trajetórias tecnológicas adotadas pelos setores. Tal como no estudo citado, nota-se uma complementaridade entre os focos de melhoria de produtos e especialização às exigências de clientes, assim como entre os focos de flexibilização da produção, mudanças nas dimensões dos produtos e redução de custos.

4.4. Resultados inovativos

Estudos que tratam da diversidade de resultados inovativos na indústria e das diferentes formas de interpretá-los são abundantes na literatura. Parece haver consenso de que países e indústrias apresentam diferentes formas de consubstanciar os resultados da mudança tecnológica, sendo imprudente concentrar toda a análise dos resultados inovativos em um único indicador, como o de patentes, por exemplo. Ademais, é necessário que haja uma caracterização qualitativa da inovação, de forma a assegurar o mínimo de rigor na comparação de resultados intersetoriais (Meyer-Kramer, 1984; Pavitt, 1988; Patel & Pavitt, 1995).

Pensando nisso, o presente trabalho procurou incorporar o maior número de variáveis relacionadas aos produtos das atividades inovadoras. Para tanto, seis variáveis foram consideradas: inovação em produto, em processo, radical, incremental, firmas patenteadoras e altamente inovadoras. Esta última toma como referência o trabalho de Archibugi *et al.* (1991), representando um fator de diferenciação para as firmas com atividade tecnológica mais intensiva e consistente.

Pela Tabela 4, nota-se que as seis variáveis se mostraram representativas para explicar as distinções do desempenho inovativo intersetorial, proporcionando um R-quadrado de 87,85%. A tabela também exibe o desempenho de cada setor em relação aos resultados inovativos, estando estes já divididos de acordo com os cinco agrupamentos gerados pela análise de *clusters*. O primeiro *cluster* é formado por setores com desempenho tecnológico muito baixo, posicionando-se abaixo da média nacional em todos os indicadores analisados. Além de setores tradicionais como o de “Vestuário” e “Madeira”, o *cluster* congrega também setores mais intensivos em escala como o de “Extração mineral” e “Siderurgia”.

A probabilidade de se encontrarem empresas que inovaram em processo é razoavelmente maior que a probabilidade de as firmas serem inovadoras em produto, sendo a proporção de firmas que obtiveram inovações incrementais também ligeiramente superior à proporção de firmas com inovações radicais. Pode-se dizer que tal comportamento é mais frequente em setores “Dominados por fornecedores”, característica ratificada pela baixa frequência de firmas patenteadoras e altamente inovadoras.

O segundo *cluster* aparece com resultados inovativos mais pujantes que o *cluster* anterior, posicionando-se em torno da média brasileira em todos os indicadores. As médias de inovações em produto e processo, bem como as médias de inovações radicais e incrementais, são mais próximas entre si, podendo-se dizer que o *cluster* demonstra um desempenho tecnológico médio-baixo em termos de resultados.

A diversidade de setores que compõem o agrupamento também é marcante, incluindo desde os setores tradicionais até setores de maior sofisticação técnica como as indústrias “Automotiva”, de “Borracha/plástico” e de “Coque, combustíveis nucleares e álcool”. Chama a atenção o desempenho do setor de “Fumo”, que apresenta grandes proporções de firmas patenteadoras e altamente inovadoras. Entretanto, no cômputo geral, o volume de patentes é modesto, sendo mais provável que esses tipos de setores tradicionais adotem outras formas de resguardar suas inovações, como o sigilo industrial por exemplo.

Os setores de “Celulose e outras pastas”, “Máquinas e aparelhos elétricos”, “Equipamentos de comunicação” e “Instrumentos médicos e de precisão” formam

TABELA 4
Análise de *clusters* 4: resultados inovativos*

Cluster	Setores	Inovação	Inovação	Inovação	Inovação	Firma	Altamente
		produto	processo	radical	incremental	patenteadora	inovadora
1	Indústria extrativa	5,32	16,48	6,11	16,37	1,02	0,28
	Confec. art. vestuário/acess.	11,62	21,20	12,16	26,16	0,33	0,24
	Fabric. prod. madeira	6,99	12,96	7,15	14,00	0,92	0,14
	Fabric. papel, bem. e artef. papel	11,30	22,22	11,96	23,43	4,24	1,99
	Fabric. prod. min. não-metálicos	9,75	18,41	10,49	20,37	1,94	1,26
	Produtos siderúrgicos	8,82	19,03	9,47	18,52	3,75	2,77
	Média cluster	9,66	18,47	10,20	21,16	1,21	1,02
2	Fabric. prod. alimentícios	16,43	24,45	16,87	28,49	2,72	1,19
	Fabric. bebidas	16,26	31,21	15,18	32,62	5,05	0,13
	Fabric. prod. fumo	25,19	15,50	25,70	32,61	8,73	4,37
	Fabric. prod. têxteis	18,91	26,28	18,75	30,86	1,38	1,00
	Couros, art. couro e calçados	17,42	27,77	17,25	33,34	1,76	0,60
	Edição, impres. e gravações	8,95	32,92	9,88	31,86	1,15	0,30
	Coque, comb. nucleares e álcool	13,46	30,28	10,62	31,91	0,00	0,00
	Fabric. art. borracha e plástico	22,30	33,12	23,84	38,83	9,12	1,34
	Metalurg. não-ferrosos/fundição	18,44	24,37	19,12	35,62	2,47	1,42
	Fabric. prod. de metal	13,92	27,45	14,51	32,40	3,79	0,64
	Automotiva (exceto peças/acess.)	17,48	15,73	16,98	26,00	6,86	2,71
	Fabric. de artigos do mobiliário	21,28	28,81	21,76	36,16	3,79	0,29
	Fabric. produtos diversos	15,40	24,82	16,62	29,61	3,59	0,78
Média cluster	16,89	27,52	17,40	32,29	3,57	1,77	
3	Fabric. celulose e out. pastas	32,39	46,28	42,53	47,15	18,51	4,63
	Fabric. máq., apar. e mat. elétrico	37,09	35,92	38,48	49,29	10,13	4,23
	Fabric. apar. equip. comunicação	48,72	38,31	53,80	53,37	14,10	5,09
	Instr. méd.-hosp., precisão/ópticos	40,22	34,25	43,93	55,46	11,50	6,17
	Média cluster	39,31	35,80	41,86	52,04	11,07	4,89
4	Refino de petróleo	33,62	31,38	36,85	36,26	11,76	0,00
	Fabric. produtos químicos	37,89	29,44	39,15	44,11	9,21	6,88
	Fabric. produtos farmacêuticos	36,66	37,22	36,69	45,05	9,49	4,95
	Fabric. máq. e equipamentos	33,46	28,16	33,73	44,90	14,12	4,52
	Fabric. peças/acess. p/ veículos	26,07	41,18	27,85	43,47	9,31	4,22
	Fabric. outros equip. de transporte	38,48	15,49	41,03	43,49	6,16	0,76
Média cluster	34,44	29,94	35,27	44,40	11,43	5,02	
5	Máq. escritório/equip. informát.	67,76	33,42	67,66	68,34	12,78	8,53
	Fabric. mat. eletrôn. básico	51,31	36,53	57,29	61,81	8,70	8,15
	Média cluster	57,57	35,24	61,29	64,02	11,45	8,21
Brasil	17,58	25,22	18,22	30,96	4,01	1,45	
R-quadrado: 0,8785		RMSSTD: 0,0420					

Fonte: IBGE, *PINTEC 2000*. Elaboração própria.

* Construída a partir das probabilidades de as empresas dos setores industriais brasileiros obterem algum tipo de resultado inovativo.

o terceiro *cluster*, com resultados inovativos razoavelmente superiores ao agregado nacional. Nota-se que, em alguns setores, a frequência de firmas inovadoras em produto chega a superar a de firmas inovadoras em processo. Comparativamente à média nacional, a proporção de empresas com inovações radicais é maior que a proporção de empresas com inovações incrementais, sinalizando para o dinamismo tecnológico do *cluster*. A quantidade de firmas patenteadoras e altamente inovadoras também se destaca.

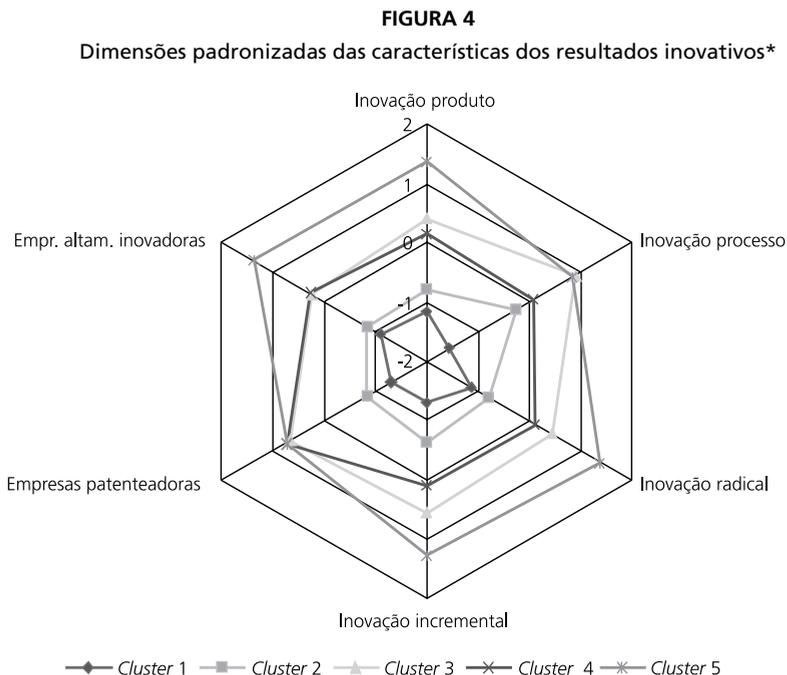
É interessante observar que o setor de “Celulose e outras pastas” aparece emparelhado a setores tipicamente classificados como “Fornecedores especializados”. Tal setor se destaca nos indicadores de resultados inovadores, sobretudo no número de empresas que registraram patentes e que se enquadraram na classificação de altamente inovadoras.

O *cluster 4* aparece constituído por setores reconhecidamente possuidores de maiores oportunidades tecnológicas como o “Químico”, o “Farmacêutico”, de “Outros equipamentos de transporte”, além dos setores de “Refino de petróleo”, “Máquinas e equipamentos” e “Peças automotivas”. O desempenho agregado, contudo, está abaixo do desempenho do *cluster 3*, superando-o, ainda que marginalmente, apenas nos indicadores de firmas patenteadoras e altamente inovadoras.

Curioso assinalar que o setor petrolífero, apontado por Albuquerque (2003) como um dos setores brasileiros mais promissores em termos de patentes internacionais, não apresenta nenhuma empresa altamente inovadora, embora possua uma proporção de firmas patenteadoras que supera o dobro da média nacional. O mesmo autor também cita que a participação de universidades e centros de pesquisa no registro de patentes dessa área vem crescendo, constatação que é coerente com a inobservância de empresas altamente inovadoras apontada no presente trabalho.

O quinto e último *cluster* desse módulo aparece formado pelos setores de “Máquinas de escritório/informática” e de “Material eletrônico básico”. Tal agrupamento caracteriza-se pelo alto desempenho inovativo, sendo responsável pelos maiores indicadores de toda a indústria brasileira. Reconhece-se que tais setores detêm elevado potencial tecnológico mas, a exemplo do que ocorre nos *clusters* anteriores, não se nota a proeminência de nenhum tipo de resultado inovativo. Os setores demonstram atuação significativa em toda a gama de resultados.

O comportamento dos setores industriais brasileiros no que se refere à obtenção de resultados pode ser considerado inusitado pela ausência de resultados dominantes entre os recortes setoriais. Salvo algumas exceções, o que se nota, por um lado, são setores com baixa representatividade em toda a sorte de resultados inovativos e, por



Fonte: IBGE, PINTEC 2000. Elaboração própria.

* Construídas a partir das médias dos clusters.

outro, setores com alto desempenho em todos os tipos de indicadores. A exemplo do que ocorreria na representação gráfica dos *clusters* de aprendizado e conhecimento, a Figura 4 mostra que as linhas que representam os *clusters* de resultados inovativos também assumem forma concêntrica. Tal caracterização parece configurar uma especificidade da indústria brasileira, uma vez que se esperava algum tipo de especialização nos resultados inovativos.

Por mais que alguns *clusters* apontem a dominância de algum indicador – como o *cluster* 2, que demonstra ligeira especialização em inovações de processo –, os resultados dos setores vão aumentando simultaneamente em todas as variáveis, na medida em que vão aumentando as oportunidades tecnológicas. Estabelecendo um contraponto com as fontes de inovação, é possível argumentar que os setores mais propensos a obter resultados inovativos são também os que mais investem em fontes de inovação. Consta-se, pois, a ideia tradicional na literatura de que a dedicação de recursos se deve correlacionar positivamente com a obtenção de resultados.

Este é o caso, por exemplo, dos setores de “Instrumentos”, “Comunicação”, “Elétrico”, “Farmacêutico”, de “Peças automotivas” e de “Outros equipamentos de

transporte”. Tais setores estiveram entre os *clusters* mais intensivos no uso de recursos e, ao mesmo tempo, figuraram entre os *clusters* mais propensos a possuir empresas com resultados inovadores. Alguns setores como o de “Refino de petróleo” e de “Máquinas e equipamentos” se mostraram proporcionalmente intensivos apenas nas atividades de P&D, e essa conduta pareceu suficiente para integrá-los entre os *clusters* mais inovativos em termos de resultados.

Já o setor “Químico” registrou resultados inovativos expressivos mesmo não figurando entre os mais intensivos na destinação de recursos. Dentre os setores mais tradicionais da indústria, de forma geral, a baixa propensão a se verificar empresas com resultados inovadores coincide com a baixa intensidade dos gastos em atividades de busca tecnológica.

Em alguns setores como o “Automotivo” e a “Siderurgia”, o cenário verificado é outro. A baixa obtenção de resultados contrasta com a alta intensidade dos gastos em inovação. Enquanto o primeiro é proporcionalmente intensivo em praticamente todas as fontes inovativas, o segundo se destaca nas práticas de D&E e aquisição de máquinas e equipamentos, o que não assegura uma alta probabilidade de se encontrar empresas com resultados inovativos nesses setores.

A discussão aqui engendrada caminha para o estabelecimento de uma relação entre insumos e resultados inovativos, confirmando as expectativas de maiores oportunidades tecnológicas em setores mais próximos da ciência e com inovações de maior permeabilidade.

Outro argumento que também contribui para a alegação de que os setores de maior conteúdo tecnológico tendem a obter mais resultados inovativos e, por conseguinte, devem registrar as maiores oportunidades tecnológicas, é o fato de que os setores que mais obtiveram resultados são também os que atribuíram importância a um maior número de variáveis de aprendizagem e conhecimento (subseção 4.2). É o que acontece, por exemplo, com os setores de “Instrumentos”, “Máquinas de escritório/informática”, “Eletrônico”, de “Outros equipamentos de transporte”, de “Equipamentos de comunicação”, dentre outros.

Pode-se dizer, ainda, que a análise dos resultados inovativos observados a partir da análise setorial deste estudo confirma as limitações da indústria brasileira no que se refere ao desempenho inovativo em comparação com outros países. Além de incipientes (Dahlman & Frischtak, 1993; Albuquerque, 1999), os resultados inovadores da indústria brasileira parecem estar concentrados em um reduzido número de setores, configurando-se um “gargalo” para a consolidação do Sistema Nacional de Inovação Brasileiro.

4.5. Estrutura de mercado e desempenho

A presente subseção objetiva estudar os elementos de estrutura de mercado e desempenho, tentando verificar se existe alguma relação entre essas variáveis e as demais características inovativas trabalhadas nas subseções anteriores. Para tanto, foram utilizadas cinco variáveis disponíveis na *PINTEC*, sendo quatro relacionadas com a estrutura de mercado (Tamanho médio, Tamanho mínimo eficiente,¹² CR4 e Controle estrangeiro de capital) e uma variável de desempenho (Propensão exportadora).

Os indicadores de tamanho e concentração de mercado remontam à discussão dos marcos *schumpeterianos* (Malerba & Orsenigo, 1995), que têm relação com a propensão a investir em atividades de cunho tecnológico e a capacidade de apropriação de resultados inovativos. A variável ligada ao capital estrangeiro tenta explorar questões relacionadas à dependência tecnológica, inquestionavelmente relevantes em países emergentes como o Brasil. Já a variável de orientação exportadora visa examinar se a exposição no mercado externo exerce alguma influência no padrão de inovação dos setores.

A Tabela 5 exhibe o resultado da análise de *cluster* e aponta um R-quadrado de 85,26%. A composição dos agrupamentos mostrou-se bastante concentrada. Os dois primeiros agrupamentos mostraram-se diversificados do ponto de vista dos setores produtivos. Os quatro restantes, todavia, foram bastantes rarefeitos.

O primeiro *cluster* é composto pelos setores de menor tamanho médio, com reduzida concentração de mercado e sem um perfil claro em relação ao capital controlador e orientação exportadora. Sua formação inclui desde setores mais tradicionais, com desempenho tecnológico mais modesto como as indústrias de “Vestuário”, “Madeira”, “Papel e embalagens” e “Móveis”, incluindo setores de maior intensidade tecnológica como o de “Produtos químicos” ou de “Instrumentos médicos e de precisão”.

Apresentando indicadores de tamanho maiores e concentração de mercado parecida com a do *cluster* 1, o *cluster* 2 mantém a não-uniformidade nas variáveis de orientação exportadora e controle de capital. A composição desse agrupamento também inclui setores de desempenho tecnológico mais limitado (“Alimentos”, “Têxtil” e “Bebidas”) e setores com maiores oportunidades (“Eletrônico”, “Farmacêutico”, e “Máquinas/equipamentos elétricos”).

Formado pelos setores de “Fumo” e de “Celulose e outras pastas”, o terceiro *cluster* se caracteriza por apresentar indicadores de tamanho bem superiores ao dos

12 Indicador que permite identificar a escala onde a firma opera com custos médios mínimos. Conforme sugestão de Jaumandreu et al (1989), esta dimensão é aproximada pela Mediana de Florence.

TABELA 5
Análise de *clusters* 5: estrutura e desempenho

Cluster	Setores	Tamanho médio (P.O.)	Tamanho min. eficiente (P.O.)	CR4*	Firmas capital estrangeiro (%)	Firmas exportadoras (%)
	Indústria extrativa	48	560	0,60	2,43	0,89
	Confec. art. vestuário/acess.	45	364	0,19	0,13	0,73
	Fabric. prod. madeira	43	291	0,21	0,43	2,29
	Fabric. papel, bem. e artef. papel	95	571	0,26	3,40	3,00
	Edição, impres. e gravações	51	502	0,26	2,19	0,52
	Fabric. produtos químicos	88	642	0,22	12,37	9,88
	Fabric. art. borracha e plástico	63	338	0,21	3,92	2,92
	Fabric. prod. min. não -metálicos	43	383	0,20	1,07	1,35
1	Fabric. prod. de metal	45	366	0,13	1,53	3,36
	Fabric. máq. e equipamentos	78	664	0,16	8,85	10,80
	Máq. escritório/equip. informát.	144	474	0,70	12,90	13,96
	Instr. méd.-hosp., precisão/ópticos	57	373	0,36	13,14	16,85
	Fabric. out. equip. de transporte	95	422	0,80	5,69	6,58
	Fabric. de artigos do mobiliário	49	242	0,17	0,71	3,80
	Fabric. produtos diversos	41	455	0,26	1,87	5,14
	Média cluster	53	443**	0,31**	2,65	3,49
	Fabric. prod. alimentícios	83	1364	0,19	2,04	2,56
	Fabric. bebidas	133	1369	0,44	4,10	6,94
	Fabric. prod. têxteis	92	790	0,15	2,64	6,17
	Couros, art. couro e calçados	91	1243	0,20	0,92	5,33
	Coque, comb. nucleares e álcool	320	909	0,24	1,53	4,25
2	Fabric. produtos farmacêuticos	154	835	0,18	12,06	8,20
	Metalurg. não-ferrosos/fundição	81	1352	0,44	2,22	4,36
	Fabric. máq., apar. e mat. elétrico	85	897	0,35	11,42	9,57
	Fabric. mat. eletrôn. básico	99	995	0,63	9,87	8,14
	Fabric. apar. equip. comunicação	176	958	0,48	13,55	13,82
	Fabric. peças/acess. p/ veículos	174	890	0,20	14,44	11,58
	Média cluster	98	1055**	0,32**	3,72	4,98
	Fabric. prod. fumo	306	1917	0,86	32,29	10,91
3	Fabric. celulose e out. pastas	302	1462	0,86	4,63	13,88
	Média cluster	305	1690**	0,86**	24,32	11,67
4	Refino de petróleo	837	35891	0,99	38,14	0,00
5	Produtos siderúrgicos	265	3303	0,49	4,75	6,08
6	Automotiva (exceto peças/acess.)	163	11306	0,66	2,43	4,60
	Brasil	69	2327**	0,39**	3,08	3,95
	R-quadrado: 0,9993			RMSSTD: 0,8526		

Fonte: IBGE, *PINTEC 2000*. Elaboração própria.

* Quota de mercado das quatro empresas líderes do setor.

** Calculado a partir da média setorial.

Legenda: P.O. = Pessoal Ocupado.

dois anteriores, com uma concentração de mercado média também significativa (86% para as quatro líderes). Novamente, a variável relacionada ao capital controlador se mostrou desencontrada, ao passo que a propensão exportadora desses dois setores pareceu mais homogênea, firmando-se em patamar de aproximadamente três vezes a média nacional.

O setor de “Refino de petróleo”, que isoladamente forma o *cluster* 4, pode ser considerado um setor *sui generis*. Altamente concentrado (CR4 = 99%) e com indicadores de tamanho igualmente altos, o setor não acusa a presença de firmas exportadoras.

Os *clusters* 5 e 6 são compostos, respectivamente, pela indústrias “Siderúrgica” e “Automatva” e apresentam variáveis de tamanho médio que se colocam em posição intermediária entre os *clusters* 2 e 3. Já o tamanho mínimo eficiente de ambos só não supera o do *cluster* 4, enquanto o nível de concentração também pode ser considerado elevado. A propensão exportadora desses agrupamentos é ligeiramente superior à média nacional, ao passo que a presença de capital estrangeiro na “Siderurgia” é maior que a média brasileira, fato que não se repete no setor “Automotivo”.¹³

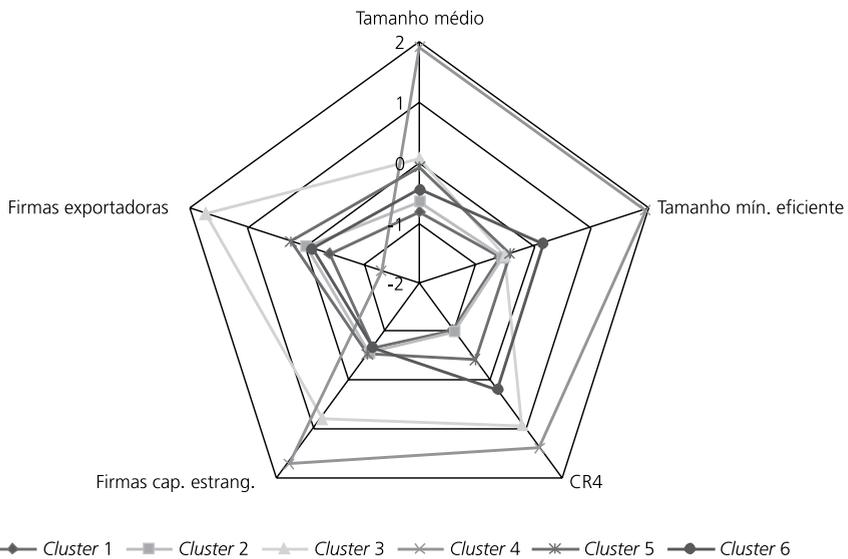
A Figura 5 transmite a intuição de afastamento entre os *clusters*, evidenciando a heterogeneidade das variáveis tratadas nesse módulo. Os três primeiros agrupamentos estão mais próximos entre si, enquanto os formatos dos polígonos associados aos *clusters* 4, 5 e 6 assumem características mais peculiares. O *cluster* 6 demonstra uma ligeira projeção das características associadas às variáveis de concentração e tamanho mínimo eficiente. O *cluster* 4 exibe as maiores dimensões para todas as variáveis, exceto para a propensão exportadora, que é nula. Já o *cluster* 5 é proeminente nos indicadores de controle externo do capital, orientação exportadora e CR4.

As estatísticas apresentadas nesta subseção sugerem que não há uma associação clara entre variáveis de estrutura industrial e desempenho inovador. Constatou-se que o tamanho médio das firmas e a concentração de mercado dos setores mais dinâmicos tecnologicamente podem variar bastante, Embora se possa argumentar que os setores com indicadores tecnológicos mais modestos são também caracterizados pela grande incidência de empresas de pequeno porte e pela baixa concentração de mercado.

Alguns setores caracterizados por indicadores de tamanho e concentração de mercado reduzidos integram a lista dos setores com o melhor desempenho exportador, o que pode significar que, para estes, os esforços inovativos têm conferido ganhos de competitividade internacional.

13 Vale ressaltar, novamente, que esse resultado possivelmente seria diferente se esse recorte setorial não incluísse as indústrias fabricantes de carrocerias e reboques.

FIGURA 5
Dimensões padronizadas das características de estrutura e desempenho*



Fonte: IBGE, PINTEC 2000. Elaboração própria.

* Construídas a partir das médias dos clusters.

Por último, um breve exame da relação entre indicadores tecnológicos e a participação de capital estrangeiro no controle das empresas revela que, nos setores em que a presença do capital externo é mais incisiva, a intensidade dos esforços e os resultados inovativos são mais ostensivos. Esse resultado, já assinalado por Kannebley Jr. *et al.* (2004), coincide com os resultados encontrados em outros países como Itália (Archibugi *et al.*, 1991), Espanha (Urraca, 2000) e Argentina (Chudnovsky *et al.*, 2003).

4.6. Consolidação do padrão setorial de inovação

Estudos similares ao proposto neste artigo captam os traços da padronização setorial da inovação num contexto estático. No caso específico deste trabalho, a referência temporal é o triênio 1998-2000, embora não se discuta a possibilidade de se presenciarem alterações comportamentais capazes de alterar a padronização setorial dos fenômenos inovativos ao longo de outros anos. Especificamente, os anos pesquisados remetem a um período de relativa estagnação econômica, capaz de influenciar negativamente os investimentos em condutas inovativas.

O quadro brasileiro verificado no período se encaixa na taxonomia de Pavitt (1984), notando-se algumas exceções pontuais que deslocam determinados setores do padrão de inovação previamente esperado.

O Quadro 2 apresenta um esforço de síntese dos indicadores inovativos trabalhados neste artigo, estabelecendo um contraponto com a padronização *pavittiana*.¹⁴ O quadro foi construído levando-se em conta as composições dos *clusters* desenvolvidos na seção anterior.¹⁵ Embora os setores formadores de cada padrão não se tenham agrupado nos mesmos *clusters* de cada módulo, houve certa interseção em muitas das características estudadas, possibilitando uma agregação minimamente consistente.

A categoria dos setores “Dominados por fornecedores” congrega os ramos tradicionais da indústria, cujo comportamento se enquadra nas características esperadas pela literatura internacional (Pavitt, 1984; Pavitt *et al.*, 1989; Archibugi *et al.*, 1991). Não há foco em uma trajetória tecnológica específica. Nota-se, conforme o esperado, a prevalência de inovações de processo com caráter incremental. Surpreende a inclusão dos setores de “Borracha e plástico” e “Coque, combustíveis nucleares e álcool” nesse padrão. Era de se esperar que o primeiro se enquadrasse entre os setores de “Fornecedores especializados”, enquanto o segundo, pelas dimensões produtivas, talvez se juntasse a setores “Intensivos em economia de escala”.

O padrão de inovação dos setores “Fornecedores especializados” é marcado pela ascendência de fontes internas de inovação, sendo comuns as práticas de P&D e D&E, embora não se possa ignorar também a importância da aquisição de máquinas e equipamentos. As formas de conhecimento e aprendizagem são difusas, ao mesmo tempo em que se nota a predominância de inovações de produto de caráter incremental. A surpresa dentre os setores constituintes desse grupo é a indústria de “Celulose e outras pastas”, que nitidamente assume traços de “Fornecedora especializada”. Esperava-se que sua classificação, em decorrência da maturidade dessa indústria, se desse entre setores “Dominados por fornecedores” ou mesmo “Intensivos em economias de escala”. Contudo, o setor se alinhou a outros de maior conteúdo tecnológico. Essa postura pode ser um indicativo de competitividade para essa indústria, remodelando seu papel na dinâmica industrial brasileira.¹⁶

14 Obviamente, algumas generalizações observadas no Quadro 2 podem empobrecer a análise, reduzindo questões de grande complexidade.

15 A classificação dos setores com os critérios “alta/média/baixa” ou “pequeno/médio/grande” levou em conta a diferença entre o atributo do setor e a média brasileira. Quando tal diferença era de até um desvio-padrão, o setor foi classificado como “médio”. Quando a mesma diferença era superior (inferior) à média nacional em mais (menos) de um desvio-padrão, o setor foi categorizado como “alto” (“baixo”). Os atributos “muito alta” e “muito baixa” foram conferidos às diferenças superiores a dois desvios-padrão.

16 Os setores de “Material eletrônico” e de “Outros equipamentos de transporte” também foram incluídos nesse padrão, embora, em determinados momentos, assumam características parecidas com setores “Baseados na ciência”. A impossibilidade de isolar o setor de produção aeronáutica pode ter contribuído para essa imprecisão.

O padrão de inovação dos setores “Intensivos em economias de escala” se pauta principalmente em fontes internas de inovação, com ligeira proeminência das atividades de D&E, conforme proposto no estudo de Pavitt (1984). Os conhecimentos codificado e tácito se mostram importantes na formação de capacidades tecnológicas, sendo até certo ponto surpreendente a importância atribuída para a interação com universidades e centros de pesquisa nesse padrão. A adequação regulatória é importante na conformação da trajetória tecnológica. Os resultados inovativos típicos redundam tanto em inovações de processo como em inovações de produto, mais uma vez, predominantemente incrementais. A inclusão mais inusitada nesse padrão está relacionada ao setor de “Fumo”, que, por seu grau de maturidade, é recorrentemente inserido nos padrões de setores “Dominados por fornecedores”.¹⁷

Por fim, nota-se que os setores de maior intensidade tecnológica como o “Químico”, o “Farmacêutico”, o de “Comunicação”, o de “Equipamentos elétricos” e o de “Máquinas de escritório/informática” confirmam seu potencial tecnológico, encaixando-se no padrão dos setores “Baseados na ciência e intensivos em P&D”.

Tal concepção é congruente com as expectativas levantadas pela literatura, que apontam essas indústrias como intensivas no uso de fontes internas, destacando-se as atividades de P&D. Os determinantes de conhecimento e aprendizado são variados, incluindo a influência das formas codificadas de aprendizagem e a interação com universidades e centros de pesquisa. O tipo de inovação predominante é a inovação de produto, com grande permeabilidade nos demais setores. Há de se mencionar, contudo, que em comparação com outros países, o desempenho inovativo dessas indústrias brasileiras pode ser considerado incipiente a despeito da extrapolação dos indicadores comparados com a média nacional.

5. Considerações finais

O artigo que ora se encerra se pautou no objetivo de explorar um tema de pesquisa ainda pouco trabalhado nos estudos de “Economia e tecnologia” no Brasil, qual seja: a identificação de padrões setoriais de inovação na indústria. Acredita-se que tal referencial analítico agrega contribuição relevante para o entendimento das diferenças no ritmo da mudança tecnológica observadas nos distintos ramos da indústria.

17 O comportamento dessa indústria pode estar influenciado pelo volume de pesquisas desenvolvidas pelas empresas do setor, comandadas por conglomerados multinacionais, com alta diversificação produtiva. Além disso, as constantes exigências de órgãos de saúde pública sobre essa indústria podem induzir investimentos inovativos.

QUADRO 2
Padrão setorial da mudança tecnológica na indústria brasileira (continua)

Setores	Origem da inovação		Conhecimento / aprendizagem predominante	Foco da trajetória tecnológica	Resultados inovativos		
	Interna / externa	Principal fonte			Produto / processo	Radical / Incremental	
Setores dominados por fornecedores							
Indústria extrativa	Externa	Baixa	Máq./equip.	Conh. tácito	Negligenciável	Processo	Incremental
Fabric. Prod. alimentícios	Ambas	Baixa	Marketing	Conh. tácito	Negligenciável	Processo	Incremental
Fabric. bebidas	Externa	Baixa	Máq./equip.	Conh. tácito	Redução custos	Processo	Incremental
Fabric. prod. têxteis	Externa	Alta	Máq./equip.	Conh. tácito/codificado	Negligenciável	Processo	Incremental
Confec. art. vestuário/acess.	Externa	Média	Máq./equip.	Conh. tácito	Negligenciável	Processo	Incremental
Cursos, artef. couro e calçados	Ambas	Média	Marketing	Variado	Negligenciável	Processo	Incremental
Fabric. prod. madeira	Externa	Alta	Máq./equip.	Conh. tácito	Negligenciável	Processo	Incremental
Fabric papel, emb. e artef. papel	Externa	Média	Máq./equip.	Conh. tácito	Negligenciável	Processo	Incremental
Edição, impres. rep. de gravações	Externa	Média	Máq./equip.	Conh. tácito	Red. custos, mud. dim. produc.	Processo	Incremental
Coque, comb. nucleares e álcool	Externa	Baixa	Máq./equip.	Subcont., int. univ.	Enquad. regulação	Processo	Incremental
Fabric art. borracha e plástico	Externa	Alta	Máq./equip.	Conh. tácito	Redução custos	Processo	Incremental
Fabric. prod. min. não-metálicos	Externa	Alta	Máq./equip.	Conh. tácito	Negligenciável	Processo	Incremental
Fabric. prod. de metal	Ambas	Média	Trainam. e máq./equip.	Conh. tácito	Negligenciável	Processo	Incremental
Fabric. de artigos do mobiliário	Externa	Média	Máq./equip.	Conh. tácito	Foco misto	Processo	Incremental
Fabric. produtos diversos	Ambas	Média	Train., mark., conh. ext.	Conh. tácito	Negligenciável	Processo	Incremental
Setores fornecedores especializados							
Fabric. celulose e out. pastas	Externa	Alta	P&D ext. e máq./equip.	Subcont., int. univ.	Espec. client., impacto amb.	Ambos	Ambas
Fabric. máq. e equipamentos	Interna	Alta	P&D	Variado	Espec. client., enquad. regul.	Produto	Incremental
Fabric. mat. electrón. básico	Ambas	Média	P&D e máq./equip.	Variado	Espec. client., enquad. regul.	Produto	Ambas
Instr. méd.-hosp., precisão/ópticos	Interna	Alta	P&D	Variado	Espec. client., enquad. regul.	Produto	Incremental
Fabric. peças/acess. p/ veículos	Ambas	Alta	D&E e máq./equip.	Variado	Flexibiliza produção	Processo	Incremental
Fabric. out. equip. de transporte	Interna	Alta	P&D	Conh. tácito, pesquisa	Espec. client., enquad. regul.	Produto	Ambas
Setores intensivos em economias de escala e de produção em massa							
Fabric. prod. fumo	Interna	Média	P&D	Conh. codificado, int. univ.	Enquad. regulação	Produto	Incremental
Refino do petróleo	Interna	Média	P&D int. e ext.	Subcont., int. univ.	Foco misto e flexib. produç.	Produto	Radical
Produtos siderúrgicos	Ambas	Alta	D&E e máq./equip.	Conh. tácito, int. univ.	Enquad. regulação	Processo	Incremental
Metalurgia, não-ferrosos/fundição	Interna	Média	D&E	Conh. tácito	Foco misto	Processo	Incremental
automotiva (exceto peças/acess.)	Ambas	Alta	P&D int., ext., D&E	Conh. tácito	Enquad. regulação	Produto	Incremental
Setores baseados na ciência e intensivos em p&d							
Fabric. produtos químicos	Ambas	Média	D&E e conhec. ext.	Pesquisa, int. univ.	Novos merc., enquad. regul.	Produto	Incremental
Fabric. produtos farmacêuticos	Interna	Alta	P&D, D&E, marketing	Conh. codificado, int. univ.	Foco misto e enquad. regul.	Ambos	Ambas
Fabric. máq. escrit./equip. informát.	Interna	Alta	P&D	Variado	Melhora produto, enquad. regul.	Produto	Ambas
Fabric. máq. apar. e mat. elétrico	Ambas	Alta	P&D int. e ext.	Variado	Espec. client., enquad. regul.	Produto	Incremental
Fabric. apar. equip. comunicação	Ambas	Alta	P&D int. e ext.	Variado	Foco misto, enquad. regul.	Produto	Ambas

Fonte: IBGE – PINTEC 2000. Elaboração Própria.

Legenda: Máq./Equip.: Aquisição de Máquinas e Equipamentos; Trainam.: Treinamento; Marketing (Mark.): Lançamento de Inovações no Mercado; Conh. Externo: Aquisição de Conhecimento Externo; Subcont.: Subcontratação; Int. Univ.: Interação com Universidades; Mud. Dim. Prod.: Mudança na Dimensão da Produção; Foco Mist: Redução de Custos e Melhora de Produtos (simultaneamente); Espec. Client.: Especialização em exigências de clientes; Novos Merc.: Novos Mercados; Enquad. Regul.: Enquadramento em exigências regulatórias.

QUADRO 2
Padrão setorial da mudança tecnológica na indústria brasileira (continuação)

Setores	Tamanho médio	Concentr. de mercado	Participação capital estrang.	Propensão exportadora
Setores dominados por fornecedores				
Indústria extrativa	Pequeno	Alta	Baixa	Baixa
Fabric. prod. alimentícios	Médio	Baixa	Baixa	Baixa
Fabric. bebidas	Grande	Média	Média	Média
Fabric. prod. têxteis	Médio	Baixa	Baixa	Baixa
Confec. art. vestuário/acess.	Pequeno	Baixa	Baixa	Média
Couros, artef. couro e calçados	Médio	Baixa	Baixa	Baixa
Fabric. prod. madeira	Pequeno	Baixa	Baixa	Baixa
Fabric. papel, emb. e artef. papel	Médio	Baixa	Média	Baixa
Edição, impres. rep de gravações	Pequeno	Baixa	Baixa	Baixa
Coque, comb. nucleares e álcool	Muito grande	Baixa	Média	Média
Fabric. art. borracha e plástico	Pequeno	Baixa	Baixa	Baixa
Fabric. prod. min. não-metálicos	Pequeno	Baixa	Baixa	Baixa
Fabric. prod. de metal	Pequeno	Baixa	Baixa	Baixa
Fabric. de artigos do mobiliário	Pequeno	Baixa	Baixa	Baixa
Fabric. produtos diversos	Pequeno	Baixa	Baixa	Média
Setores fornecedores especializados				
Fabric. celulose e outras pastas	Muito grande	Muito alta	Média	Muito alta
Fabric. máq. e equipamentos	Médio	Baixa	Alta	Alta
Fabric. mat. eletrôn. básico	Médio	Alta	Muito Alta	Alta
Instr. méd.-hosp., precisão/ópticos	Pequeno	Baixa	Muito Alta	Muito alta
Fabric. peças/acess. p/ veículos	Grande	Baixa	Muito Alta	Alta
Fabric. outros equip. de transporte	Médio	Muito Alta	Alta	Média
Setores intensivos em economias de escala e de produção em massa				
Fabric. prod. fumo	Muito grande	Muito alta	Muito alta	Alta
Refino do petróleo	Muito grande	Muito alta	Muito alta	Nula
Produtos siderúrgicos	Grande	Média	Alta	Média
Metalurg. não-ferrosos/fundição	Médio	Média	Baixa	Alta
Automotiva (exceto peças/acess.)	Grande	Alta	Baixa	Média
Setores baseados na ciência				
Fabric. produtos químicos	Médio	Baixa	Muito alta	Alta
Fabric. produtos farmacêuticos	Grande	Baixa	Muito alta	Alta
Fabric. máq. escrit./equip. informat.	Grande	Alta	Muito alta	Muito alta
Fabric. máq. apar. e mat. elétrico	Médio	Baixa	Muito alta	Alta
Fabric. apar. equip. comunicação	Grande	Média	Muito alta	Muito alta

Fonte: IBGE – PINTEC 2000. Elaboração Própria.

A *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC 2000)* foi escolhida como fonte de dados por sua confiabilidade e por ser considerada um instrumental com representatividade em todo o território nacional. Após a compilação, os dados foram analisados por meio de uma técnica de análise multivariada: a análise de *clusters*. Essa metodologia tem sido pouco explorada em outros estudos que propuseram a formulação de tipologias da atividade inovadora, mas acredita-se que sua utilização seja adequada para a finalidade aqui proposta. Ao agregar um grande conjunto de setores em subgrupos menores, de acordo com a afinidade das variáveis de inovação, a técnica se credencia como formuladora de taxonomias, facilitando a análise de regularidades no perfil inovativo de cada indústria.

Cinco traços da atividade tecnológica foram estudados em módulos distintos, projetando-se diferentes *clusters* em cada um dos módulos. As características setoriais abordadas foram:

- 1) as fontes de inovação;
- 2) os tipos de conhecimento relevantes e as formas de aprendizagem;
- 3) o foco da trajetória tecnológica;
- 4) os resultados inovativos; e
- 5) as variáveis de estrutura e desempenho.

um resultado claro é que a formação de padrões setoriais de inovação é fortemente influenciada pelas oportunidades tecnológicas, estando os setores de maior dinamismo inovativo discriminados nas categorias com indicadores tecnológicos mais pujantes.

Ao evidenciar o quão diversos são os perfis inovativos da indústria brasileira, os resultados obtidos sinalizam que políticas industriais lineares de estímulo à inovação podem não alcançar resultados efetivos para toda a indústria brasileira. A pluralidade de padrões setoriais de inovação fortalece o argumento de que as idiosincrasias de cada setor devem ser pesadas quando se pretende adotar medidas que de fato fomentem a atividade inovadora na indústria.

Deve-se mencionar que o presente trabalho não tinha a pretensão de esgotar a pesquisa sobre o tema, e deixa em aberto alguns campos de investigação que não foram solucionados com a análise aqui proposta. Um exame pormenorizado da cadeia produtiva, sobretudo daqueles setores mais dinâmicos do ponto de vista tecnológico, podem conduzir a resultados mais precisos. Há de se mencionar, também, que o baixo nível de desagregação adotado na pesquisa pode ser um fator importante para a conformação de alguns resultados inusitados por vezes encontrados.

Referências bibliográficas

- Albuquerque, E.M. “National System of Innovation and non-OECD countries: notes about a rudimentary and tentative ‘typology’”, *Revista de Economia Política*, v.19, n.4 (76), p.35-52, 1999.
- . “Patentes e atividades inovativas: uma avaliação do caso brasileiro”, in Viotti, E.B.; Macedo, M.M. (org.), *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil*, Campinas: Editora da UNICAMP, p.329-376, 2003.
- Araújo, R.D. “Esforço inovador das firmas industriais brasileiras e efeitos transbordamentos”, *Anais do XXXII Encontro Nacional de Economia – ANPEC*, João Pessoa, 2004.
- Archibugi, D.; Cesaratti, S.; Sirilli, G. “Sources of innovative activities and industrial organization in Italy”, *Research Policy*, v.20, p.299-313, 1991.
- Arocena, R.; Sutz, J. “Knowledge, innovation and learning: systems and policies in the north and in the south”, in Cassiolato, J.E.; Lastres, H.M.M.; Maciel, M.L. (eds.), *Systems of innovation and development: evidence from Brazil*, Cheltenham, Northampton: Edward Elgar Publishing, p.291-310, 2003.
- Arrow, K. “Economic welfare and the allocation of resources for invention”, in Mirowski, P.; Sent, E.M., *Science bought and sold: essays in the economics of science*, Chicago: University of Chicago Press, p.165-182, 2002 [1962].
- Bastos, C.P.M.; Rebouças, M.M.; Bivar, W.S.B. “A construção da *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC*”, in Viotti, E.B.; Macedo, M.M. (org.), *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil*, Campinas: Editora da UNICAMP, p.463-532, 2003.
- Britto, J.N.P. “Cooperação tecnológica e esforços inovativos na indústria brasileira: um estudo exploratório a partir da *PINTEC*”, *Anais do XI Encontro Nacional de Economia Política da SEP*, Uberlândia, 2004.
- Chudnovsky, D.; López, A.; Pupato, G. “Innovation inputs and outputs in Argentine manufacturing in bad times (1998-2001)”, *Anais da Conferência Internacional Sistemas de Inovação e Estratégias de Desenvolvimento para o Terceiro Milênio*, Rio de Janeiro, 2003.
- Cohen, W.M. “Empirical Studies of Innovative Activity.” In: Stoneman, P. (ed.). *Handbook of economics of innovation and technological change*, Oxford: Blackwell Publishers, p.182-264, 1995.

- Dahlman, C.J.; Frischtak, C.R. "National systems supporting technical advance in industry: the Brazilian experience", in Nelson, R.R. (ed.), *National Innovation Systems: a comparative analysis*, Nova York, Oxford: Oxford University Press, p.414-450, 1993.
- Gonçalves, E.; Simões, R. "Padrões de esforço tecnológico da indústria brasileira: uma análise setorial a partir de técnicas multivariadas", *Economia – Revista da ANPEC*, v.6, n.2, p.391-433, 2005.
- IBGE. *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2000*, Rio de Janeiro: IBGE, 2002.
- Jamandreu, J.; Mato, G.; Romero, L. "Tamaños de las empresas, economías de escala y concentración en la industria española", *Papeles de Economía Española*, n.39, p.132-148, 1989.
- Kamin, J.Y.; Bijaoui, I.; Horesh, R. "Some determinants of cost distributions in the process of technological innovation", *Research Policy*, 11, p.83-94, 1981.
- Kannebley Jr., S.; Porto, G.S.; Pazzelo, E.T. "Inovação na indústria brasileira: uma análise exploratória a partir da PINTEC", *Revista Brasileira de Inovação*, v.3, n.1, p.87-128, 2004.
- Katz, J. "Cambios estructurales y productividad en la industria latinoamericana, 1970-1996", *Revista de la CEPAL*, v.71, p.65-84, 2000.
- Klevorick, A.K.; Levin, R.C.; Nelson, R.R.; Winter, S.G. "On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities", *Research Policy*, v.24, p.185-205, 1995.
- Malerba, F. "Learning by firms and incremental technical change", *The Economic Journal*, v.102, p.845-859, 1992.
- Malerba, F.; Orsenigo, L. "Schumpeterian patterns of innovation", *Cambridge Journal of Economics*, v.19, p.47-75, 1995.
- Manly, F.J.B. *Multivariate statistical methods: a primer*, Londres: Chapman and Hall, 1986.
- Mansfield, E.; Rapoport, J. "The costs of industrial products innovations", *Management Science*, 21(12), p.1.380-1.386, ago., 1975.
- Meyer-Kramer, F. "Recent results in measuring innovation output", *Research Policy*, v.13, p.175-182, 1984.
- Molero, L. "Desarrollos actuales de la teoría del cambio tecnológico: tipologías y modelos organizativos", *Información Comercial Española*, 726, p.7-26, fev., 1994.

- Molero, J.; Buesa, M. "Patterns of technological change among Spanish innovative firms: the case of Madrid region", *Research Policy*, v.25, p.647-663, 1996.
- Nelson, R.R.; Winter, S.G. *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge: Belknap Press, 1982.
- Patel, P.; Pavitt, K. "Patterns of technological activity: their measurement and interpretation", in Stoneman, P. (ed.), *Handbook of economics of innovation and technological change*, Oxford: Blackwell Publishers, p.15-51, 1995.
- Pavitt, K. "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, v.13, p.343-373, 1984.
- . "Uses and abuses of patent statistics", in Van Raan, A.F.J. (ed.), *Handbook of quantitative studies of science and technology*, North Holland: Elsevier Science Publishers B.U., p.509-536, 1988.
- Pavitt, K.; Robson, M.; Townsend, J. "Technological accumulation, diversification and organization in the U.K. Companies, 1945-1983", *Management Science*, v.35, n.1, p.81-99, 1989.
- Polanyi, K. *The tacit dimension*, Londres: Routledge & Kegan Paul, 1966.
- PIA. Pesquisa Industrial Anual 2000. Rio de Janeiro: IBGE, v.19, n.1, 2002.
- Rosenberg, N. "Science, invention, and economic growth", *Economic Journal*, v.84, p.90-108, 1974.
- Saviotti, P.; Metcalfe, J.S. "A theoretical approach to the construction of technological output indicators", *Research Policy*, v.13, p.141-151, 1984.
- Sbragia, R.; Kruglianskas, I.; Arango-Alzate, T. "Empresas inovadoras no Brasil: uma proposição de tipologia e características associadas", *FEA/USP: Série Working Papers*, n.001/003, 2002. Disponível em <<http://www.ead.fea.usp.br/wpapers>>. Acesso em 18/12/2004.
- Scherer, F.M. *Innovation and growth – Schumpeterian perspectives*, Cambridge (MA): MIT Press, 1984.
- Scherer, F.M.; Ross, D. *Industrial market structure and economic performance*, 3ª ed., Boston: Houghton Mifflin Company, 1990.
- Schmookler, J. *Invention and economic growth*, Cambridge (MA): Harvard University Press, 1966.

Sharma, S. *Applied multivariate techniques*, John Wiley & Sons Inc., 1996.

Urraca, A. "I+D y recursos alternativos a la innovación en la industria española", *Economía Industrial*, n.319, p.91-104, 1998.

———. "Patrones sectoriales de cambio técnico en la industria española", *Economía Industrial*, n.332, p.99-108, 2000.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Bruno Campos – bcampos@petrobras.com.br

Petrobras

Avenida República de Chile, 65, sala 1.201

20031-170 – Rio de Janeiro (RJ)

Fone: (21) 3224-2074

Ana Urraca Ruiz – anaruiz@economia.uff.br

UFF – Universidade Federal Fluminense, Departamento de Economia

Rua Tiradentes, 17

24210-510 – Niterói (RJ)

Fone: (21) 2629-9716