

ASPECTOS DA PADRONIZAÇÃO SETORIAL DAS INOVAÇÕES NA INDÚSTRIA BRASILEIRA: UMA ANÁLISE MULTIVARIADA A PARTIR DA PINTEC 2000

Bruno Cesar Campos[♦]

Resumo: O artigo tem como objetivo investigar aspectos da mudança tecnológica na indústria brasileira no ano 2000. 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 três traços da inovação tecnológica industrial: as fontes de inovação, as formas de conhecimento e aprendizagem e os tipos de resultados inovativos. 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, ainda que se possam identificar algumas especificidades.

Palavras-Chave: Inovação Tecnológica, Padrões Setoriais, PINTEC.

Código JEL: O31.

Área ANPEC: 8 – Economia Industrial e da Tecnologia

Abstract: The article aims investigate features of the technical change in Brazilian industry in 2000. The literature related to sectoral patterns of innovation is utilized as theoretical framework, whereas hierarchical and non-hierarchical clustering analysis 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 three features of the industrial technological innovation: the innovative sources, the knowledge and learning processes and the innovative outputs. 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.

Key words: technological innovation, sectoral patterns, PINTEC.

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* enxergaram o progresso técnico como um fator exógeno ao fenômeno econômico sendo, portanto, estudado de maneira indireta. Com o passar dos anos, contudo, a influência econômica sobre a busca por inovações foi reconhecida. Já na abordagem da “*Economia Industrial*”, o ritmo da mudança tecnológica está associado às 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.

Incorporando traços analíticos variados, as taxonomias setoriais se posicionaram como um valioso instrumento de explicação das diferenças interindustriais do processo inovador. Teoricamente, a formulação de tipologias é justificada por permitir avançar além dos casos específicos, possibilitando o estabelecimento de regularidades compartilhadas pela coletividade, e a análise de comportamentos e relações estáveis que sustentam um trabalho teórico consistente.

O presente 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 de ritmo e direção da mudança tecnológica observadas entre as indústrias. Ainda que estudos deste tipo já tenham sido produzidos para outros países, não parece razoável supor que o câmbio técnico erigido pelas indústrias brasileiras siga rigorosamente as taxonomias propostas em

[♦] Mestre em Economia pela UFF.

outros casos. Tal como argumentam Arocena e Sutz (2003), as singularidades anotadas nos países do “sul” precisam ser levadas em conta quando se pretende analisar os problemas relacionados ao conhecimento, inovação e aprendizado destes países.

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, ao passo que a seção 4 sumaria os principais resultados encontrados.

2 PADRÕES SETORIAIS DE INOVAÇÃO

O conceito de mudança tecnológica está relacionado ao lançamento ou aprimoramento de produtos, processos produtivos, métodos gerenciais ou uso de insumos e matérias-primas modificadas. Os estudos voltados a este 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. Os agentes econômicos se lançam na busca por inovações quando sabem (ou acreditam) que novos produtos ou processos possam prover algum benefício econômico, seja pela garantia de novos mercados ou pelo aproveitamento de alguma oportunidade técnica ou científica até então inexplorada (Dosi, 1988a).

O entendimento dos fatores capazes de influenciar as diferenças intersetoriais relacionadas à dinâmica inovativa não é unânime na literatura econômica. De início, pode-se dizer 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 que os processos inovativos são resultados da estrutura de mercado; e a terceira, onde se insere a teoria evolucionária, atribui uma lógica própria para o processo inovativo, sem descartar a importância de fatores econômicos para a concepção do mesmo.

Aprofundando-se um pouco em cada linha de raciocínio, percebe-se que a perspectiva que trata a mudança técnica como um elemento exógeno à economia sempre ocupou papel de destaque na corrente principal do pensamento econômico (*mainstream*). Dentro da tradição *neoclássica*, por exemplo, não são raros os estudos que, como o de Arrow (1962), entendem a tecnologia como um conjunto de informações aplicáveis, de fácil reprodução. Nesta linhagem teórica, inovações são produzidas a partir do estoque de conhecimento tecnológico, disponível livremente na natureza, graças a sua caracterização como bem público (Dosi, 1988b)¹.

Na segunda corrente investigativa da diferença de ritmos do câmbio tecnológico, este é explicado como um resultado das estruturas de mercado, distintas entre os setores. 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 diferente desempenho inovativo de cada setor. Firmas maiores e atuantes em mercados concentrados teriam um maior controle sobre os riscos inerentes à condução das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) além de atingirem ganhos de escala relacionados às mesmas (Cohen, 1995). Em contrapartida, firmas menores podem apresentar um foco inovador mais acurado, conduzindo as pesquisas de uma forma menos burocrática e com maior controle gerencial, podendo, assim, incorrer em ganhos de eficiência (Scherer e Ross, 1990:652).

A terceira linhagem teórica que tentou explicar diferenças nos ritmos e na direção da mudança tecnológica o fez atribuindo 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 enxergava o crescimento do mercado e as pressões da demanda como as guias fundamentais do câmbio

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). Desta forma, a transmissão de conhecimentos não ocorreria a custo zero. A imitação constituiria apenas uma das etapas do processo inovador, podendo demandar um esforço oneroso para se consubstanciar (Mansfield et al., 1981).

tecnológico (respectivamente, estas visões eram denominadas “*technology push*” e “*demand pull*”)².

A visão evolucionista também possuía uma forma própria de interpretar a inovação tecnológica, que se descolava daquela predominante no *mainstream*. Os teóricos desta corrente entendiam o câmbio técnico como um processo dinâmico, e com uma natureza acumulativa e irreversível em relação à trajetória tecnológica percorrida (Nelson e 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 econômicos³.

Foram com base em todos estes rudimentos que, na década de 80, se intensificaram os estudos voltados para a compreensão de regularidades setoriais nos determinantes da inovação. Dentre os diversos autores que se lançaram nesta seara, Pavitt (1984) merece menção especial pelo pioneirismo de sua tipologia setorial do fenômeno da inovação. Sua taxonomia setorial viria propor uma interpretação para os diferentes ritmos da mudança tecnológica, absorvendo conceitos tanto da corrente evolucionista, quanto dos estudiosos da organização industrial e do debate “*technology push*” versus “*demand pull*”.

Considerando uma amostra de aproximadamente 2.000 inovações significativas, desenvolvidas no Reino Unido entre as décadas de 40 e 70, Pavitt (1984) apresenta uma taxonomia para os padrões setoriais de inovação que se tornaria referência para diversos outros estudos. Produzida a partir de uma visão estática, a padronização se fundamenta no pressuposto de que as formas de se conceber inovações são razoavelmente estáveis, ainda que possam sofrer alterações com o decorrer do tempo. De qualquer maneira, esta característica já distingue este tipo de estudo daqueles desenvolvidos dentro do enfoque evolucionista, essencialmente dinâmicos.

Apesar de apresentar resultados no âmbito dos setores, é nítido o entendimento de Pavitt sobre a importância da firma enquanto *locus* do processo de desenvolvimento tecnológico. Seu conceito de firma tem inspiração claramente *penrosiana*, compreendendo que esta unidade econômica é mais que uma unidade administrativa, constituindo-se num conjunto de recursos produtivos que se dispõe sob diferentes maneiras ao longo do tempo (Penrose, 1959: 24). As similaridades nos processos produtivos de cada firma redundam em trajetórias tecnológicas também similares entre os setores, permitindo o agrupamento das indústrias em três categorias, a saber: *i*) setores dominados por fornecedores; *ii*) setores de produção intensiva, que se subdivide em setores intensivos em economias de escala e fornecedores especializados e; *iii*) 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 nesta 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 nestes setores. A trajetória tecnológica dominante visa a redução dos custos de produção e é, 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. Esta característica é a razão que explica o tamanho superior das empresas inseridas nesta categoria em comparação com as demais indústrias. As linhas de montagem condicionam uma forte divisão de trabalho, enquanto que a sensibilidade à automação facilita a substituição de trabalho por capital.

Nos setores intensivos em economias de escala, primeira subdivisão desta categoria, se destacam 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

² Para o aprofundamento em estudos dentro da tradição “*technology push*” consultar, por exemplo, Rosenberg (1974). Um detalhamento dos argumentos da vertente “*demand pull*” está disponível no trabalho de Schmookler (1966), dentre outros.

³ As trajetórias ou regimes tecnológicos seriam constituídos por um conjunto de soluções comuns direcionadas para a dissolvência de algum tipo de problema (Saviotti e Metcalfe, 1984).

tecnológicos é gerada internamente. O processo de produção é contínuo, tornando imprescindível a atuação dos departamentos de engenharia de produção, responsáveis, neste contexto, pelos ganhos de produtividade. Depreende-se, então, a explicação para que a maior parte do processo de aprendizado seja interna, ainda que não descarte a possibilidade de criação de sinergias por meio de integrações verticais ou horizontais. Os resultados inovadores ocorrem tanto em processos como em produtos, sendo os primeiros protegidos, majoritariamente, por meio de segredo industrial ou *know-how*, e os últimos 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 deste 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 freqüente é a de produto, tendo em vista que a maior parte das inovações é utilizada por setores diferentes daqueles onde as mesmas foram elaboradas⁴. Ainda que os departamentos de P&D figurem entre as condutas desenvolvidas por estas 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. A habilidade de reagir com precisão às demandas de usuários representa um diferencial de competitividade das empresas enquadradas nesta categoria, onde a ascendência das integrações concêntricas, ainda que baixas, é manifesta.

Por fim, resta a descrição dos setores baseados na ciência, sendo estes os mais sensíveis aos progressos no conhecimento científico e detentores das maiores oportunidades tecnológicas⁵. Dentre os principais representantes desta categoria estão as indústrias química, farmacêutica e de microeletrônica. Os departamentos de P&D constituem a principal forma de aprendizado neste padrão, ainda que 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 deste padrão não era elevado, sendo este resultado influenciado, sobretudo, pelas empresas do setor de eletro-eletrônica. Todavia, a grande repercussão das inovações provenientes destes setores possibilita que o crescimento das firmas bem-sucedidas seja acelerado⁶. A diversificação tecnológica nesta categoria é concêntrica e não vertical, o que propicia que as inovações sejam consubstanciadas tanto em produto como em processo. As formas de proteção destes resultados também são as mais variadas possíveis incluindo patentes, sigilos, *lags* técnicos naturais ou *know-how*.

Pode-se alegar que o estudo de Pavitt (1984) inaugurou uma nova linha de pesquisa na literatura econômica interessada em captar as diferenças nos traços tecnológicos preponderantes em cada setor industrial. Da diversidade de países, bem como da diversidade de formas de se medir variáveis como as oportunidades tecnológicas, condições de demanda e de apropriabilidade surgiram diversos outros estudos. Em boa parte deles, as proposições *pavittianas* foram ao menos aproximadas, ainda que em determinados casos algumas distinções pudessem ser suscitadas, até porque outras metodologias foram propostas.

Ainda analisando o caso britânico, mas interessado em captar o fenômeno de acumulação tecnológica nos setores industriais, Pavitt et al. (1989) desenvolvem outra importante análise a ser incorporada na teoria da inovação. O novo artigo propõe uma revisão da taxonomia anterior incluindo a

⁴ 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 da mesma. Já as inovações de produto são aquelas em que o setor usuário se distingue do setor que produziu a inovação.

⁵ 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.

⁶ O trabalho de Robson et al. (1988) identifica que um pequeno núcleo setorial concentrou aproximadamente 64% das inovações na indústria inglesa entre 1945 e 1983. Tais inovações demonstravam repercussão em quase todos os demais setores. Este núcleo, altamente inovativo, mantém forte correspondência com os setores baseados na ciência, sendo representado pelas indústrias química, mecânica, eletrônica e de instrumentos.

categoria de setores intensivos em informação ao mesmo tempo em que é proposta a supressão da categoria de atividades dominadas por 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 nesta 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 são corroboradas também para o caso italiano na medida em que se verifica que as diferenças intersetoriais são mais importantes que as diferenças interdimensionais para explicar o comportamento inovativo na indústria. Archibugi et al. (1991) chegam a esta conclusão propondo uma taxonomia similar, composta pelas seguintes categorias: *a*) Setores Produtores de Bens de Consumo Tradicionais; *b*) Fornecedores de Bens Intermediários Tradicionais; *c*) Fornecedores de Bens Intermediários e Equipamentos; *d*) Produtores de Bens de Consumo de Massa e; *e*) Baseados em P&D.

Especificidades setoriais da atividade inovadora na indústria espanhola podem ser examinadas nos trabalhos de Molero e Buesa (1996) e de Ruiz (1998; 2000). Dentre os resultados mais importantes está a confirmação de que as atividades de P&D tendem a ser mais comuns nos setores de maior oportunidade tecnológica que nos tradicionais. Todavia, não são encontradas evidências explícitas de que os setores de atividade econômica constituam um determinante decisivo do grau em que tal atividade é complementada ou substituída. As evidências apontam que a maior parte das tarefas inovadoras – com destaque para a disseminada aquisição de tecnologia incorporada em máquinas e equipamentos –, tende a exercer papel muito mais complementar que substituto às atividades de P&D.

No caso brasileiro foram raros os estudos voltados para a identificação de regimes tecnológicos intersetoriais de forma agregada. Sbraggia et al. (2002), ainda que com metodologia distinta em relação àquelas anteriormente discutidas, identificam quatro tipos de empresas inovadoras no país com base na pesquisa promovida pela ANPEI (Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras). As categorias aventadas foram: 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 que também diferem do enfoque conceitual apresentado no presente estudo. 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, por exemplo. Ressalta-se, também, uma leve proeminência de setores intensivos em bens de capital no grupo dos mais inovativos.

A exposição proposta nesta seção deixou claro que o fenômeno da inovação obedece determinadas diretrizes, a despeito da indiscutível heterogeneidade presente entre as firmas, e mesmo entre os setores industriais. A observância de altas oportunidades tecnológicas não é uma característica onipresente entre todos os ramos da indústria, o que explica, em grande medida, as diferenças no ritmo de câmbio tecnológico entre os setores. A forma como estes aproveitam estas oportunidades também varia em virtude dos regimes ou trajetórias tecnológicas adotadas, bem como em consequência de características intrínsecas.

Com base nestes argumentos o presente artigo propõe uma análise da diversidade inovativa verificada nos setores industriais brasileiros que difere da padronização setorial pioneiramente desenvolvida por Pavitt (1984). A distinção remete aos objetos de análise que, ao invés de focar as inovações, trabalha com informações coletadas diretamente junto às unidades industriais.

Ademais, levando-se em conta evidências de outros estudos, adota-se um conceito de inovação que sobrepuja a dimensão dos esforços em P&D. Figuram entre as fontes de inovação complementares e/ou substitutas a esta prática, atividades internas à firma como as de Desenho e Engenharia (D&E), treinamento de pessoal ou *marketing* para diferenciação de produtos e lançamento de inovações. Dentre as atividades externas destacam-se a aquisição de P&D externo, de outros conhecimentos ou de máquinas e equipamentos com tecnologia incorporada. As seções seguintes descrevem, respectivamente, a metodologia e os resultados propostos com vistas a atingir os objetivos da pesquisa.

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 e resultados inovativos julgou-se conveniente a aplicação de um método de análise fatorial capaz de agrega-los de acordo com suas similaridades. A técnica escolhida foi a análise de *clusters*, que será descrita na subseção 2. Antes desta, a subseção 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 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 1998-2000 e os marcos referenciais da pesquisa são o Manual de Oslo (em sua terceira versão proposta pela *Community Innovation Survey – CIS 1998-2000*), e o Manual de Bogotá, especificamente voltado para países em desenvolvimento (Bastos et al., 2004: 467).

A unidade de observação é a empresa industrial (unidade jurídica caracterizada por uma razão social), embora se reconheça que, em alguns casos, a unidade responsável pela condução das atividades inovativas está afastada do núcleo de decisões gerenciais. O desenho amostral respeitou a técnica de amostragem probabilística estratificada, contemplando as empresas com pelo menos 10 pessoas ocupadas (Bastos et al., 2004: 476-481). 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 2 e 3 dígitos (IBGE, 2002). Ainda que tal desagregação possa não ser a ideal, sua adoção é justificada para se assegurar a representatividade estatística das informações de cada setor, além de não comprometer o sigilo dos dados.

As variáveis utilizadas no artigo foram obtidas a partir de tabulações especiais possibilitadas pelo manuseio dos microdados da PINTEC. Em muitas das vezes, pretendia-se utilizar algum conceito relacionado à inovação que fosse mais abrangente do que aquele disponível na publicação. A seguir, apresenta-se a definição das variáveis que respeita as determinações da PINTEC (IBGE, 2002), sendo que as mesmas estão divididas por módulos de acordo com os tipos de análise de *clusters* desenvolvidos na seção seguinte. Entre parênteses é discriminado o número da variável da PINTEC usada na construção.

MÓDULO 1 – Fontes Usadas pelas Firms para Obter Inovações: Este conjunto de variáveis leva em conta a intensidade no uso de cada fonte, ou seja, considera-se o quociente entre o total de recursos despendidos em cada atividade e o total das Receitas Líquidas de Vendas de cada setor⁷.

Fontes Internas:

- i) *P&D*: atividades de aprimoramento do conhecimento. Inclui trabalhos com protótipos, plantas-piloto e *softwares* científica ou tecnologicamente modificados (V22);
- ii) *D&E*: A variável “Projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção” da PINTEC aproxima-se daquilo que é tratado na literatura como D&E: desenvolvimento de plantas/desenhos para a definição de procedimentos, melhorias técnicas/operacionais, controle de qualidade/normalização, desenvolvimento de *softwares* etc. (V28);
- iii) *Treinamento*: Inclui a aquisição de serviços técnicos especializados (V26);
- iv) *Marketing e Publicidade*: Relacionadas ao lançamento de inovações no mercado (V27);

Fontes Externas:

- v) *P&D externo*: Aquisição de atividades de P&D realizadas por outras corporações (V23);

⁷ A utilização das informações de Receitas Líquidas de Vendas foi possível graças a compatibilidade entre os dados da PINTEC e da Pesquisa Industrial Anual (PIA 2000).

- vi) *Conhecimento externo*: Compra de licenças, patentes e afins (V24);
- vii) *Máquinas e Equipamentos*: Aquisições voltadas para aperfeiçoamento produtivo (V25);

MÓDULO 2 – Tipo de Conhecimento e Formas de Aprendizado: Agrupa variáveis que fazem referência à forma como as firmas adquirem e aperfeiçoam suas capacitações para inovar. As mesmas foram construídas a partir do quociente entre o total de empresas do setor que atribuiu alta relevância ao tipo de conhecimento ou forma de aprendizagem para a obtenção de inovações, sobre o total de empresas dos respectivos setores. Os atributos analisados na categoria são:

Tipos de conhecimento:

- viii) *Conhecimento Tácito*: Inclui diversos tipos de relações interpessoais capazes de fazer com que a firma adquira/acumule conhecimento. Considera os contactos com outras empresas do grupo, fornecedores, clientes, consumidores, concorrentes e outros; e também as empresas que consideraram importante a participação em feiras e exposições⁸ (V92, V93, V95 e V102);
- ix) *Conhecimento Codificado*: Quando o aprendizado é desenvolvido a partir de fontes de informação como centros de capacitação profissional e assistência técnica, instituições de testes/ensaios e similares (V96-V101, V103);

Formas de Aprendizado:

- x) *Pesquisa*: Atividades internas à firma como departamentos de P&D ou assemelhados (V90);
- xi) *Interação*: Participação em redes de informação interfirmas de diversos tipos (V117-V120);
- xii) *Subcontratação*: consultores que auxiliem no desenvolvimento de inovações (V121);
- xiii) *Interação com Universidades ou Centros de Pesquisa*: (V122, V123);

MÓDULO 3: Tipos de Resultados Inovativos: Este bloco inclui variáveis relativas a resultados, que foram definidas como a probabilidade de as firmas de cada setor incorrerem nalgum tipo de resultado inovativo, isto é, dividiu-se o total de empresas que cumpriram o requisito pelo total de empresas do setor. Em alguns casos, foram combinadas duas ou mais atribuições disponíveis no questionário da PINTEC.

- xiv) *Inovação de Produto e/ou Processos*: novos para a empresa ou mercado (V07-V08, V10-V11);
- xv) *Inovação Radical*: empresas com produto/processo tecnologicamente novo ou aprimorado para o mercado nacional ou empresas depositárias de patentes no exterior⁹ (V08, V11, V132);
- xvi) *Inovação Incremental*: produto/processo novo ou aprimorado o é para a empresa, mas já existe no mercado nacional. Inclui empresas depositárias de patente só no Brasil (V07, V10, V132);
- xvii) *Firma Patenteadora*: Depositária no país ou no exterior (V132, V133);
- xviii) *Firma Altamente Inovadora*: Seguindo a classificação de Archibugi et al. (1991), inclui empresas que trabalharam em projeto interno de inovação além de inovarem em produto ou processo novos para o mercado nacional (V08, V11, V90, V91).

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 destas relações, parâmetros que permitam a construção de resultados agregados. Em outras palavras, este 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 estes agrupamentos ou *clusters* congreguem o maior número possível de informações similares que, conjuntamente, se diferenciem das observações integrantes de outros *clusters*.

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

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

⁸ Tais interações não deveriam incluir transmissão codificada de conhecimento.

⁹ Acredita-se que este último critério seja aplicado para inovações de fato relevantes, justificando sua utilização.

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 no presente estudo combinou os métodos hierárquico e não-hierárquico, seguindo a sugestão de Sharma (1996: 211). Para este autor, o método hierárquico é o mais indicado para se estabelecer 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 “truncos” 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. Assim, determinou-se o total de agrupamentos em cada análise, que não se distanciou muito do número de padrões de inovação ou trajetórias tecnológicas estabelecidas na literatura, variando entre 5 e 6 *clusters*.

Além dos desvios-padrão de cada variável dentro de cada *cluster*, usados para conferir a homogeneidade das observações dentro dos 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*)¹⁰. A intuição econômica também foi levada em conta para a comparação dos diversos ajustes. O pacote estatístico computacional “*The SAS System*” possibilitou a geração da análise.

4 PADRONIZAÇÃO DA MUDANÇA TECNOLÓGICA NOS SETORES INDUSTRIAIS BRASILEIROS EM 2000

A justificativa para se estudar padrões setoriais de inovação repousa sobre o argumento de que os mesmos 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 focar elementos no nível setorial, pesquisando características da atividade produtiva que se pautam em elementos 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 três subseções subseqüentes 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 tipos de conhecimento relevantes e os resultados inovativos.

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

¹⁰ Para detalhes da construção de cada estatística verificar Sharma (1996: 41, 195-198).

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, utilizada como referencial empírico neste artigo, 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 exibe a performance de cada setor em relação à intensidade no uso das fontes de inovação, estando os mesmos já divididos entre os 5 *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 deste *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 'Alimentos' e de 'Couro/Calçados' são mais intensivos nesta atividade que a média brasileira, o que vai ao encontro dos fundamentos teóricos que argumentam que,

Tabela 1: Análise de Clusters I: Fontes de Inovação

| Cluster | Setores | Fontes Internas | | | | Fontes Externas | | |
|----------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| | | P&D | D&E | Treinem. | Marketing** | P&D Externo | Aquis. Tecnol. Ext. | Aquis. Máq./Equip. |
| 1 | Indústria Extrativa | 0,2274 | 0,1603 | 0,0174 | 0,0092 | 0,0527 | 0,0382 | 0,9680 |
| | Fabric. Prod. Alimentos | 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, Artef. 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 do 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 | 0,9239 |
| 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 | 0,0776 | 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 | 0,3712 | 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 out. 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 | 0,0976 | 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 | 2,1491 |
| 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 | |

Fonte: IBGE / PINTEC 2000. Elaboração Própria.

Notas: (*) Construída a partir da Intensidade dos Esforços Inovativos = Dispendio (em reais) para a obtenção da fonte / Receita Líquida de Vendas; (**) Dispendios em Marketing apenas para o lançamento de inovações.

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. Dentre as indústrias produtoras de bens de consumo intermediário estão as Fabricantes de Produtos de Metal, Minerais Não-Metálicos, Fundição e afins.

nestes setores tradicionais, as práticas visando a valorização das marcas e a 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, este agrupamento congrega o setor de ‘Máquinas para Escritório e Equipamentos de Informática’, que destoa dos indicadores do restante do grupo. Sua inclusão neste *cluster* é resultado das similaridades relacionadas à baixa intensidade na aquisição de máquinas e equipamentos. Nas demais variáveis, contudo, o desempenho deste 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. Esta verificação não deixa de ser inusitada quando se consideram os setores tidos como mais dinâmicos tecnologicamente que integram este *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 nestes setores, embora não impeça que os mesmos conduzam sua produção dentro dos 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’ este 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 que nenhuma das outras variáveis a atinge. Este tipo de comportamento condiz com as expectativas geradas em torno da maior parte de setores incluídos neste *cluster*, tidos como intensivos em escala ou fornecedores especializados. De fato, tanto as atividades de D&E quanto as de aquisição de bens de capital para a inovação figuram entre as fontes de inovação esperadas para estes setores.

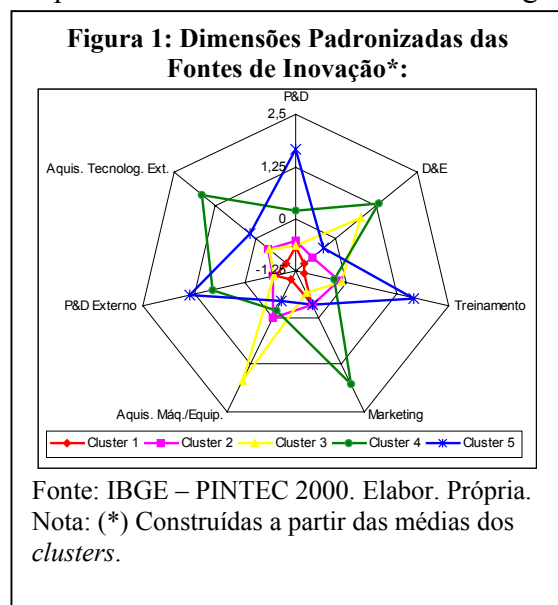
O quarto *cluster*, formado pelos setores de produção ‘Farmacêutica’ e ‘Automotiva’, se destaca por apresentar uma alta intensidade em praticamente todas as variáveis de origem do câmbio tecnológico. A única fonte cuja intensidade está abaixo da média nacional é a atividade de treinamento (embora esteja muito próxima da mesma). Chama a atenção, contudo, os níveis de intensidade das atividades de D&E, P&D externo, aquisição de tecnologia externa e *marketing*, sendo que a intensidade desta última supera em mais de 4 vezes a média nacional. Este fato deve estar relacionado à importância exercida pela publicidade nestes setores, tipicamente oligopolizados, onde a diferenciação de produtos e de marcas é especialmente importante (Scherer e Ross, 1990: cap. 10).

De qualquer maneira, nota-se que não há preponderância de fontes internas ou externas no processo de busca inovadora destes setores, sendo ambas praticadas de forma intensiva talvez como consequência do alto nível de oportunidades tecnológicas que caracterizam as atividades destes 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 esta prática não figura dentre as principais estratégias verificadas nestes setores. O dinamismo tecnológico verificado nestas 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 lançamento de inovações. O *cluster 2* aparece como um pouco mais intensivo, sobretudo na aquisição de máquinas e equipamentos, enquanto o *cluster 3* se destaca na intensidade desta 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 neste módulo 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 se 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 esta

prática, que variam de acordo com as especificidades de cada *cluster*.

Os resultados encontrados para a indústria brasileira são coerentes com os resultados anotados para a indústria paulista no estudo de Quadros et al. (2003)¹². Os esforços de P&D são concentrados em empresas de poucos setores, sendo que as estratégias de assimilação tecnológica incorporada (principalmente em bens de capital) são mais difundidas.

No conjunto de 31 setores aqui pesquisados, 7 investiram mais que 1% das receitas líquidas de vendas em atividades de P&D, ao passo que 15 setores investiram mais que 2% das mesmas na aquisição de máquinas e equipamentos com finalidade inovadora. As limitações dos esforços empresariais em iniciativas de P&D no Brasil também são diagnosticadas por Hollanda (2003), que assinala a esfera pública como responsável por aproximadamente 60% dos gastos nacionais nesta atividade.

Parece claro, também, a observância de consideráveis diferenças intersetoriais relacionadas à origem da mudança tecnológica no Brasil, estando os menores esforços associados aos setores tradicionais, onde 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

Tal como no caso das fontes da inovação, 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

¹² Os referenciais empíricos utilizados neste estudo foram a PAEP (Pesquisa da Atividade Econômica Paulista) e a PAER (Pesquisa da Atividade Econômica Regional).

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 pesquisa¹³.

A Tabela 2 mostra que as seis variáveis usadas neste 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, estes setores tendem a se comportar como “Dominados por Fornecedores”, com baixo dinamismo inovativo.

Tabela 2: Análise de Clusters II: Tipos de Conhecimento Relevante e Formas de Aprendizagem*

| Cluster | Setores | Aprendiz. Conhec. Tácito | Aprendiz. Conhec. Codific. | Aprendiz. Pesquisa | Aprendiz. Subcontrat. | Aprendiz. Interação | Interação Universidade e Centros Pesq. |
|-------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|--|
| 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, Artif. Couro e Calçados | 26,67 | 13,77 | 20,01 | 8,98 | 28,16 | 7,95 |
| | Fabric. Papel, Emb. e Artif. 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 do 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. Out. Equip. de Transporte | 37,57 | 20,47 | 38,25 | 3,45 | 36,09 | 2,46 |
| | Média Cluster | 37,60 | 19,46 | 32,70 | 10,18 | 37,66 | 8,44 |
| 5 | Fabric. Mat. Eletrôn. 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: 87,63 | | RMSSTD: 0,0327 | | | | | |

Fonte: IBGE - PINTEC 2000. Elaboração Própria.

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

Legenda: Aprendiz. Conhec. Tácito=Aprendizado por Conhecimento Tácito; Aprendiz. Conhec. Codific.=Aprendizado por Conhecimento Codificado; Aprendiz. Subcontrat.=Aprendizado por Subcontratação.

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

¹³ Conforme apresentado na seção 3, os indicadores foram construídos considerando-se a proporção de empresas que atribuíram alta relevância para a forma de conhecimento/aprendizado na consecução de inovações.

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 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, onde 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. Ainda que os mesmos 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 via interação/cooperação fosse maior.

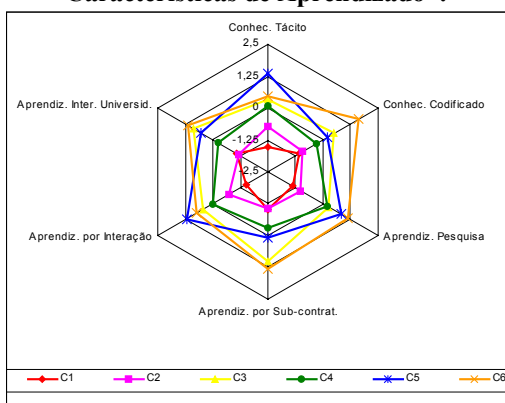
O agrupamento 5, que aglutina os setores de ‘Material Eletrônico Básico’ e de ‘Instrumentos Médicos e de Precisão’ também se destaca pela atribuição de grande importância para todas as formas de aprendizado e tipos de conhecimento pesquisados. Em geral, os indicadores deste módulo atingem o dobro da 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. Este resultado é parecido com o desempenho assinalado pelo *cluster* 3, porém, este último *cluster* o replica em magnitudes ainda maiores.

O desempenho de cada *cluster* também pode ser examinado por meio da Figura 3.2, que ratifica os agrupamentos 1 e 2 como os que menor relevância atribuíram a todas os tipos de conhecimento e aprendizado. A figura também mostra o *cluster* 4 numa posição intermediária, enquanto que 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 que 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.

Figura 2: Dimensões Padronizadas das Características de Aprendizado*:



Fonte: IBGE – PINTEC 2000. Elabor. Própria.
Nota: (*) Construídas a partir das médias dos *clusters*.

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 este 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 Klevatorick et al. (1995).

Em estudo que examinou este tipo de interação pelo lado das universidades, Rapini (2004) demonstrou que os setores que mais interagiram com institutos de pesquisa foram: ‘Indústria Extrativa’, ‘Coque, Combustíveis Nucleares e Álcool’, ‘Refino de Petróleo’, ‘Indústria Automotiva’ e ‘Produtos Químicos’. É curioso perceber, contudo, que a proporção de empresas das indústrias ‘Extrativa’ e ‘Automotiva’ que atribuíram alta relevância para este tipo de interação como forma de aprendizado é baixa em comparação com a média nacional. Ainda que o presente estudo não permita nenhuma afirmação acerca dos dividendos que estas interações geram para as universidades, seria importante examinar porque as mesmas não têm a importância reconhecida pelas empresas.

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 este tema.

4.3 Resultados Inovativos

Estudos que tratam da diversidade de resultados inovativos na indústria e das diferentes formas de interpreta-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 e Pavitt, 1995).

Pensando nisto, 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 3 nota-se que as 6 variáveis se mostraram representativas para explicar as distinções do desempenho inovativo intersetorial, proporcionando um R-quadrado de 87,85%. A Tabela também exhibe o desempenho de cada setor em relação aos resultados inovativos, estando os mesmos já divididos de acordo com os 5 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 freqüente em setores “Dominados por Fornecedores”, característica ratificada pela baixa freqüência 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.

Tabela 3: Análise de Clusters III: Resultados Inovativos*

| Clust. | 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, Emb. e Arterf. 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. Alimentos | 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, Arterf. Couro e Calçados | 17,42 | 27,77 | 17,25 | 33,34 | 1,76 | 0,60 |
| | Edição, Impres. e Gravações | 8,95 | 32,95 | 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 | 16,95 | 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 | 58,37 | 14,10 | 5,09 |
| | Instr. Méd.-hosp., Precisão/Opticos | 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 do 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. Out. 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. | 67,46 | 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 | |

Fonte: IBGE - PINTEC 2000. Elaboração Própria.

Nota: (*) Construída a partir das probabilidades de as empresas dos setores industriais brasileiros obterem algum tipo de resultado inovador.

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 estes 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 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.

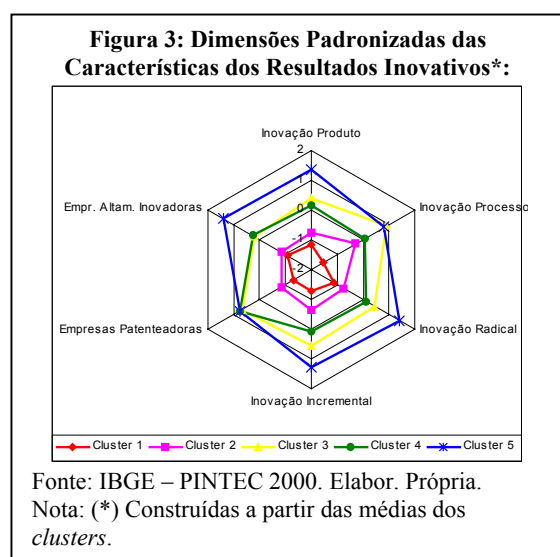
É interessante observar que o setor de ‘Celulose e Outras Pastas’ aparece emparelhado a setores tipicamente classificados como “Fornecedores Especializados”. Tal setor se destaca nos indicadores de resultados inovadores, sobretudo no número de empresas que registraram patentes e que se enquadraram na 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 desta área vem crescendo, constatação que é coerente com a inobservância de empresas altamente inovadoras apontada no presente trabalho.

O quinto e último *cluster* deste 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 outro lado, setores com alto desempenho em todas os tipos de indicadores. A exemplo do que ocorrera na representação gráfica dos *clusters* de aprendizado e conhecimento, a Figura 3 mostra que também as linhas que representam os *clusters* de resultados inovativos assumem forma concêntrica. Tal caracterização parece configurar uma especificidade da indústria brasileira, uma vez que se esperava algum tipo de especialização nos resultados inovativos setoriais.

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 a subseção 4.1, que analisou a intensidade das 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. Constata-se, pois, a idéia tradicional na literatura de que a dedicação de recursos deve se 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, sendo que esta conduta pareceu suficiente para integra-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 nestes 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.

Um 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 e 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.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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 presenciar 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.

De qualquer modo, pode-se dizer que 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 1 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. Ainda que os setores formadores de cada padrão não tenham se agrupado nos mesmos *clusters* de cada módulo, houve uma 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 dentro das características esperadas pela literatura internacional (Pavitt, 1984; Pavitt et al., 1989; Archibugi e al., 1991). As principais exceções ficam por conta dos setores de ‘Borracha e Plástico’ e ‘Coque, Combustíveis Nucleares e Álcool’, cujo potencial tecnológico evocava comportamento diferente. Era de se esperar que o primeiro se enquadrasse entre os setores de “Fornecedores Especializados” enquanto que 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, ainda que em caráter incremental. A surpresa dentre os setores constituintes deste 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 desta 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. Esta postura pode ser um indicativo de competitividade para esta indústria, remodelando seu papel na dinâmica industrial brasileira.

¹⁴ Obviamente, algumas generalizações observadas no Quadro 3.1 podem empobrecer a análise, reduzindo questões de grande complexidade.

Quadro 1: Padrão Setorial da Mudança Tecnológica na Indústria Brasileira em 2000

| Setores | Origem da Inovação | | | Conhecimento / Aprendizagem Predominante | Resultados Inovativos | |
|---|----------------------|-------------|-----------------------|--|-----------------------|-------------------------|
| | Interna / Externa | Intensidade | Principal Fonte | | Produto / Processo | Radical / Increment. |
| Setores Dominados por Fornecedores | | | | | | |
| Indústria Extrativa | Externa | Baixa | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Processo | Incremental |
| Fabric. Prod. Alimentícios | Ambas | Baixa | Marketing | Conh. Tácito | Processo | Incremental |
| Fabric. Bebidas | Externa | Baixa | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Processo | Incremental |
| Fabric. Prod. Têxteis | Externa | Alta | Máq./Equip. | Conh. Tácito/Codific. | Processo | Incremental |
| Confec. Art. Vestuário/Acess. | Externa | Média | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Processo | Incremental |
| Couros, Artef. Couro e Calçados | Ambas | Média | Marketing | Variado | Processo | Incremental |
| Fabric. Prod. Madeira | Externa | Alta | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Processo | Incremental |
| Fabric. Papel, Emb. e Artef. Papel | Externa | Média | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Processo | Incremental |
| Edição, Impres. Rep de Gravações | Externa | Média | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Processo | Incremental |
| Coque, Comb. Nucleares e Alcool | Externa | Baixa | Máq./Equip. | Subcont., Int. Univ. | Processo | Incremental |
| Fabric. Art. Borracha e Plástico | Externa | Alta | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Processo | Incremental |
| Fabric. Prod. Min. Não-Metálicos | Externa | Alta | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Processo | Incremental |
| Fabric. Prod. de Metal | Ambas | Média | Treinem., Máq./Equip. | Conh. Tácito | Processo | Incremental |
| Fabric. de Artigos do Mobiliário | Externa | Média | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Processo | Incremental |
| Fabric. Produtos Diversos | Ambas | Média | Mark., Conh. Ext. | Conh. Tácito | Processo | Incremental |
| Setores Fornecedores Especializados | | | | | | |
| Fabric. Celulose e out. Pastas | Externa | Alta | P&D Ext., Máq./Equip. | Subcont., Int. Univ. | Ambos | Ambas |
| Fabric. Máq. e Equipamentos | Interna | Alta | P&D | Variado | Produto | Incremental |
| Fabric. Mat. Eletrôn. Básico | Ambas | Média | P&D e Máq./Equip. | Variado | Produto | Ambas |
| Instr. Méd.-hosp., Precisão/Opticos | Interna | Alta | P&D | Variado | Produto | Incremental |
| Fabric. Peças/Acess. p/ Veículos | Ambas | Alta | D&E e Máq./Equip. | Variado | Processo | Incremental |
| Fabric. Out. Equip. de Transporte | Interna | Alta | P&D | Conh. Tácito, Pesq. | Produto | Ambas |
| Setores Intensivos em Economias de Escala e de Produção em Massa | | | | | | |
| Fabric. Prod. Fumo | Interna | Média | P&D | C. Codif., Int. Univ. | Produto | Incremental |
| Refino do Petróleo | Interna | Média | P&D Int. e Ext. | Subcont., Int. Univ. | Produto | Radical |
| Produtos Siderúrgicos | Ambas | Alta | D&E e Máq./Equip. | Conh. Tác., Int. Univ. | Processo | Incremental |
| Metalurg. Não-Ferrosos/Fundição | Interna | Média | D&E | Conh. Tácito | Processo | Incremental |
| Automotiva (exceto peças/acess.) | Ambas | Alta | P&D Int., Ext., D&E | Conh. Tácito | Produto | Incremental |
| Setores Baseados na Ciência e Intensivos em P&D | | | | | | |
| Fabric. Produtos Químicos | Ambas | Média | D&E e Conhec. Ext. | Pesquisa, Int. Univ. | Produto | Incremental |
| Fabric. Produtos Farmacêuticos | Interna | Alta | P&D, D&E, Mark. | C. Codif., Int. Univ. | Ambos | Ambas |
| Fabric. Máq. Escrit./Equip. Informát. | Interna | Alta | P&D | Variado | Produto | Ambas |
| Fabric. Máq., Apar. e Mat. Elétrico | Ambas | Alta | P&D Int. e Ext. | Variado | Produto | Incremental |
| Fabric. Apar. Equip. Comunicação | Ambas | Alta | P&D Int. e Ext. | Variado | Produto | Ambas |

Fonte: IBGE - PINTEC 2000. Elaboração Própria.

Legenda: Máq./Equip.: Aquisição de Máquinas e Equipamentos; Treinam. (Trein.): Treinamento; Marketing (Mark.): Lançamento de Inovações no Mercado; Conh.: Aquisição de Conhecimento Externo; Subcont.: Subcontratação; Int. Univ.: Interação com Universidades; Mud. Dim. Prodç.: 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.

Os setores de ‘Material Eletrônico’ e de ‘Outros Equipamentos de Transporte’ também foram incluídos neste padrão, embora, em determinados momentos, assumam características parecidas com setores “Baseados na Ciência”, com alta intensidade em P&D. Indubitavelmente, esta indústria incorpora tal característica em virtude da inclusão do setor de produção aeronáutica que, por restrições metodológicas, não pode ser discriminada.

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 neste padrão. Os resultados inovativos típicos redundam tanto em inovações de processo como em inovações de produto, mais uma vez, predominantemente incrementais.

A adequação de setores como o ‘Siderúrgico’, o ‘Automotivo’ e o de ‘Refino de Petróleo’ nesta taxonomia poderia ser considerada esperada, levando-se em conta os exemplos de padronização desenvolvidos para outros países. O fato mais inusitado talvez decorra da inclusão da indústria de ‘Produtos de Fumo’ que, por seu grau de maturidade, é recorrentemente inserida nos padrões de setores “Dominados por Fornecedores”. Tal setor apresentou, entretanto, alguns indicadores tecnológicos sólidos que o deslocaram deste padrão¹⁵.

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

¹⁵ O comportamento desta indústria pode estar sendo 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 a indústria tabagista podem servir de impulso para o desempenho inovador neste setor.

“Baseados na Ciência e Intensivos em P&D”.

Tal concepção é congruente com as expectativas levantadas pela literatura, que apontam estas 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 destas indústrias brasileiras pode ser considerado incipiente a despeito da extrapolação dos indicadores comparados com a média nacional.

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. Deve-se mencionar que o presente trabalho não tinha a pretensão de esgotar a pesquisa sobre o tema. Importante registrar que o baixo nível de desagregação adotado na pesquisa pode ser um fator decisivo para a conformação de alguns resultados inusitados por vezes encontrados. Um exame pormenorizado da cadeia produtiva, sobretudo daqueles setores mais dinâmicos do ponto de vista tecnológico, podem conduzir a resultados mais precisos. Ademais, outros traços da padronização setorial da mudança tecnológica podem ser estudados¹⁶.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, E.M. (1999). “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.
- ____ (2003). “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 Unicamp. p. 329-376.
- ARCHIBUGI, D.; CESARATTI, S.; SIRILLI, G. (1991). “Sources of innovative activities and industrial organization in Italy”. *Research Policy*, v.20, p. 299-313.
- AROCENA, R.; SUTZ, J. (2003). “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.
- ARROW, K. (1962). “Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention”. *NBER Publications*, p. 609-625.
- BASTOS, C.P.M.; REBOUÇAS, M.M.; BIVAR, W.S.B. (2003). “A Construção da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC”. In: VIOTTI, E.B.; MACEDO, M.M. (org.). op. cit., p. 463-532.
- BRITTO, J.N.P. (2004). “Cooperação Tecnológica e Esforços Inovativos na Indústria Brasileira: Um Estudo Exploratório a partir da PINTEC”. *Anais do XI Encontro Nacional de Economia Política*.
- CAMPOS, B.C. (2005). *Padrões Setoriais de Inovação na Indústria Brasileira em 2000*. Niterói (RJ): UFF. Dissertação de Mestrado (mimeo).
- COHEN, W.M. (1995). “Empirical Studies of Innovative Activity.” In: STONEMAN, P. (ed.). *Handbook of Economics of Innovation and Technological Change*. Oxford: Blackwell Publishers, p. 182-264.
- DAHLMAN, C.J.; FRISCHTAK, C.R. (1993). “National Systems Supporting Technical Advance in Industry: The Brazilian Experience”. In: NELSON, R.R. (ed.) (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. New York, Oxford: Oxford University Press, p. 414-450.
- DOSI, G. (1988a). “The nature of the innovative process”. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.R. (eds.) *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers, p. 221-238.
- ____ (1988b). “Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation”. *Journal of Economic Literature*, v. 26, p. 1120-1171.
- HOLLANDA, S. (2003). “Dispêndios em C&T e P&D”. In: VIOTTI, E.B.; MACEDO, M.M. (org.). op. cit., p. 89-120.
- IBGE (2002). *Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2000*. Rio de Janeiro: IBGE.

¹⁶ Atributos como as trajetórias tecnológicas e as variáveis estruturais de cada setor podem ser consultados em Campos (2005).

- KANNEBLEY Jr., S.; PORTO, G.S.; PAZZELO, E.T. (2004). “Inovação na Indústria Brasileira: Uma Análise Exploratória a Partir da PINTEC”. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 3, n. 1, p. 87-128.
- KATZ, J. (2000). “Cambios estructurales y productividad en la industria latinoamericana, 1970-1996”. *Revista de la Cepal*, v. 71, p. 65-84.
- KLEVORICK, A.K.; LEVIN, R.; NELSON, R.R.; WINTER, S.G. (1995). “On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities”. *Research Policy*, v. 24, p. 185-205.
- MALERBA, F. (1992). “Learning by Firms and Incremental Technical Change”. *The Economic Journal*, v. 102, p. 845-859.
- ____; ORSENIGO, L. (1995). “Schumpeterian patterns of innovation”. *Cambridge Journal of Economics*, v. 19, p. 47-75.
- MANLY, F.J.B. (1986). *Multivariate Statistical Methods: a primer*. London: Chapman and Hall.
- MANSFIELD, E.; SCHWARZ, M.; WAGNER, S. (1981). “Imitation costs and patents: an empirical study”. *Economic Journal*, v. 91, p. 907-918.
- MEYER-KRAMER, F. (1984). “Recent results in measuring innovation output”. *Research Policy*, v. 13, p. 175-182.
- MOLERO, J.; BUESA, M. (1996). “Patterns of technological change among Spanish innovative firms: the case of Madrid region”. *Research Policy*, v. 25, p. 647-663.
- NELSON, R.R.; WINTER, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Belknap Press.
- PATEL, P.; PAVITT, K. (1995). “Patterns of technological activity: their measurement and interpretation”. In: STONEMAN, P. (ed.). op. cit, p. 15-51.
- PAVITT, K. (1984). “Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory”. *Research Policy*, v. 13, p. 343-373.
- ____ (1988). “Uses and Abuses of Patent Statistics”. In: VAN RAAN, A.F (ed.). *Handbook of quantitative studies of science and technology*. North Holland: Elsevier Science Publishers B.U., p. 509-536.
- ____, ____; ____ (1989). “Technological Accumulation, Diversification and Organization in the U.K. Companies, 1945-1983”. *Management Science*, v. 35, n. 1, p. 81-99.
- PENROSE, E.T. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- POLANYI, K. (1966). *The tacit dimension*. London: Routledge & Kegan Paul.
- QUADROS, R.; FRANCO, E.; BERNARDES, R. (2003). “Inovação Tecnológica na Indústria: Resultados da PAEP e da PAER”. In: VIOTTI, E.B.; MACEDO, M.M. (org.). op. cit., p. 423-462.
- RAPINI, M.S. (2004). *Interação Universidade-Indústria no Brasil: Uma Análise Exploratória a partir do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq*. Rio de Janeiro: IE/UFRJ. Dissertação de Mestrado (mimeo).
- ROBSON, M.; TOWNSEND, J.; PAVITT, K. (1988). “Sectoral Patterns of Production and Use of Innovations in the U.K.: 1945-1983”. *Research Policy*, v. 17, p. 1-14.
- ROSENBERG, N. (1974). “Science, Invention, and Economic Growth”. *Economic Journal*, v. 84, 90-108.
- RUIZ, A.U. (1998). “I+D y Recursos Alternativos a la Innovación en la Industria Española”. *Economía Industrial*, n. 319, p. 91-104.
- ____ (2000). “Patrones sectoriales de cambio técnico en la industria española”. *Economía Industrial*, n. 332, p. 99-108.
- SAVIOTTI, P.P.; METCALFE, J.S. (1984). “A theoretical approach to the construction of technological output indicators”. *Research Policy*, v. 13, p. 141-151.
- SBRAGIA, R.; KRUGLIANSKAS, I.; ARANGO-ALZATE, T. (2002). “Empresas Inovadoras no Brasil: Uma Proposição de Tipologia e Características Associadas”. *FEA/USP: Série Working Papers*, n. 001/003. Disponível em <http://www.ead.fea.usp.br/wpapers>. Acessado em 18 dez 2004.
- SCHERER, F.M.; ROSS, D. (1990). *Industrial Market Structure and Economic Performance*. Boston: Houghton Mifflin Company, 3rd ed.
- SCHMOOKLER, J. (1966). *Invention and Economic Growth*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- SHARMA, S. (1996). *Applied Multivariate Techniques*. John Wiley & Sons Inc.