

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
CENTRO DE ESTUDOS SOCIAIS APLICADOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

PADRÕES SETORIAIS DE INOVAÇÃO NA
INDÚSTRIA BRASILEIRA EM 2000

Bruno Cesar Campos

Orientadora: Prof. Dra. Ana Urraca Ruiz

Niterói (RJ)

2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
CENTRO DE ESTUDOS SOCIAIS APLICADOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

BRUNO CESAR CAMPOS

**PADRÕES SETORIAIS DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA
BRASILEIRA EM 2000**

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Departamento de
Economia, sob a orientação da
Prof^a. Dra. Ana Urraca Ruiz,
como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Mestre em
Economia.

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra. Ana Urraca Ruiz (Orientadora)
Faculdade de Economia – UFF

Prof. Dr. Jorge Nogueira de Paiva Britto
Faculdade de Economia – UFF

Prof. Dr. José Eduardo Cassiolato
Instituto de Economia - UFRJ

Niterói (RJ)
29 de junho de 2005

AGRADECIMENTOS

Ao se aproximar do término de mais uma importante etapa de minha formação, noto que a dimensão de minha insignificância é diretamente proporcional ao tamanho desta extensa lista de agradecimentos. Sinto-me insignificante por lembrar que se não fosse o apoio de todas estas pessoas e instituições, esta empreitada jamais seria concluída. Ao mesmo tempo, sinto-me feliz por ter contado com a graça divina, que me proporcionou o convívio com seres tão especiais.

Começo agradecendo ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico que colaborou com o aporte financeiro de meus estudos.

Agradeço também aos professores e funcionários da Universidade Federal Fluminense pela oportunidade de cursar este mestrado, e pela receptividade que me foi dispensada. Sem dúvida, esta instituição deixará marcas indeléveis em minha formação como economista. Sou especialmente grato a três professores: à Professora Ana Urraca, pelo cuidadoso e acurado trabalho de orientação, que influenciou diretamente os resultados desta dissertação; ao Professor Jorge Britto, coordenador assíduo, sempre disposto a mitigar problemas; e à Professora Carmem Feijó, que se esforçou para que a parte empírica deste trabalho pudesse ser consolidada. Os agradecimentos são extensivos ao Prof. José Eduardo Cassiolato (IE/UFRJ) que aceitou o convite para participar da banca e, juntamente com os demais membros, agregou comentários de muita relevância.

Também sou grato à Mariana Rebouças e Roberta Busse do IBGE que, pacientemente, colaboraram para a formação do banco de dados desta dissertação.

Os amigos escreveram uma história a parte no decorrer destes dois anos. Se não colaboraram diretamente para a conclusão deste trabalho, trocando idéias ou motivando nos momentos de desânimo, participaram indiretamente, transmitindo energia vital para que a caminhada não fosse interrompida.

Menciono primeiramente os parceiros da UFF com quem dividi momentos de alegria e abatimento (os primeiros, felizmente, mais comuns): Ana Czeresnia, Antonio Duarte, Bernardo Billwiller, Camille Bermeguy, Cláudio Tito Gutierrez, Daniele Oliveira, Denise Cordovil, Emmanoel Boff, João Sidney Figueiredo, Júlia D'ávila, Luiz Melchiades, Maria Malta, Roberta Guimarães, Victor Araújo e muitos outros. Destaco e agradeço a força sempre presente de Fábio Pesavento, Pablo Villarim e Ronaldo Nazaré, grandes

amigos. Meu obrigado também é direcionado a Michael Stonefield, grande figura com quem dividi o teto por mais de dois anos.

A comunidade mineira formada em torno da Baía de Guanabara também proporcionou momentos de pura satisfação, principalmente naquelas horas em que a saudade de casa apertava. Obrigado à Ana Paula Freitas, Carolina Costa, Fernanda Diamante, Luiz Paixão, Raquel Viana e Walcler Mendes Jr. À Márcia Rapini, minha co-autora predileta, agradeço o convívio e a atenção com que leu alguns capítulos, congregando contribuições.

Os amigos (e eles não aceitam outro substantivo) da Fundação Getúlio Vargas propiciaram momentos “sublimes” de engrandecimento profissional, merecendo uma citação: Andreia Assis, Assis Mafort, Breno Cruz, Juliana Figale, Luciana Manhaes, Octávio Pieranti, Roberta Michel, dentre outros. Agradeço ao Professor Rogério Sobreira a oportunidade e a agradável parceria profissional e acadêmica.

Várias amizades conquistadas em BH sobreviveram à prova da distância geográfica, constituindo um elemento a mais de estímulo. Meu reconhecimento ao apoio de Aline “Cidinha” Roberto, Gustavo Fontes, Luciana Ferreira, Maira Paulo, Rangel Galinari, Thiago Silveira e Valeria Santos.

Por último, mas de forma alguma menos importante, quero deixar registrado minha eterna gratidão e afeto por meus familiares que construíram este sonho junto comigo. A meus pais, obrigado pela compreensão de minha escolha e apoio incondicional. À Dani, obrigado pela persistente torcida, e à Vó Conceição obrigado pelas incessantes orações. A todos os tios, tias, primos, primas, demais amigos e qualquer pessoa que possa ter ficado de fora desta lista redigida num momento de muita correria, meu MUITO OBRIGADO!

RESUMO:

A presente dissertação tem como objetivo investigar aspectos da mudança tecnológica na indústria brasileira no ano 2000 por meio do estabelecimento de padrões setoriais de inovação. A investigação de particularidades na conduta inovativa de cada setor contribui para a compreensão das diferenças no ritmo e na direção do câmbio técnico, justificando este tipo de análise. O trabalho utiliza como referencial empírico os dados da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC 2000), elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A proposição de tipologias no perfil inovador dos setores industriais lança mão de métodos de análises de *clusters* hierárquicos e não-hierárquicos, e analisa aspectos como as fontes de inovação, as formas de conhecimento e aprendizado relevantes para se inovar, o foco das trajetórias tecnológicas, os tipos de resultados inovativos e características de estrutura e desempenho. Ainda que com algumas exceções, os resultados confirmam a existência de padrões setoriais nos processos inovativos da indústria brasileira coerentes com a literatura internacional.

PALAVRAS-CHAVE: inovação tecnológica, padrões setoriais, PINTEC.

CÓDIGOS JEL:

ABSTRACT:

The present dissertation investigates features of the technical change in Brazilian industry in 2000 according to the sectoral patterns of innovation literature. The investigation of particularities in innovative conducts of each sector contributes to the comprehension of the rhythm and the direction of technological change. The work utilizes as empirical data the Industrial Survey of Technological Innovation (PINTEC 2000) of the Brazilian Geography and Statistics Institute (IBGE). The proposition of a typology in the innovative performance of the sectors applies hierarchical and non-hierarchical clustering analyses. The characteristics studied are: the innovation sources; the relevant knowledge and learning utilized to innovate; the technological trajectories; the innovative outputs; the market structure and sectoral performance. Considering some exceptions, the results confirm the existence of sectoral patterns of innovation in the Brazilian industry that are similar to other international studies.

KEY WORDS: technological innovation, sectoral patterns, PINTEC.

JEL CODES:

“Sabido é que todo o efeito tem sua causa e esta é uma universal verdade, porém, não é possível evitar alguns erros de juízo ou de simples identificação, pois acontece considerarmos que este efeito provém daquela causa, quando afinal ela foi outra, muito fora do alcance do entendimento que temos e da ciência que julgávamos ter.”

José Saramago

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 (Molero, 1994 *apud* Ruiz, 1997).

Contudo, foram poucos os trabalhos que procuraram sintetizar as especificidades setoriais nos fenômenos de inovação tecnológica nas indústrias do Brasil. Neste sentido, 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 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.

No caso brasileiro, em particular, diversas são as especificidades capazes de afastar os setores industriais do comportamento anotado por seus pares internacionais, ainda que não se espere uma ruptura brusca dos padrões observados em relação àqueles já propostos

na literatura. A industrialização tardia comandada pelo Estado (sobretudo em seu início), a forte presença do capital estrangeiro (principalmente nas indústrias produtoras de bens de consumo de massa), o comportamento oscilante da demanda nas últimas décadas (conseqüência da inflação e do baixo dinamismo econômico) são apenas alguns componentes da propalada especificidade industrial brasileira.

A presente dissertação utiliza como referencial empírico a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC 2000), elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Tal pesquisa constitui a primeira sondagem investigativa de um órgão oficial do governo acerca do fenômeno da inovação na indústria brasileira, destacando-se pela representatividade em todo o território nacional e por adotar metodologia que permite a comparação de seus resultados com outras pesquisas internacionais.

O estudo é apresentado em três capítulos, além desta introdução e das considerações finais. O primeiro capítulo sumaria as fundamentações teóricas que nortearam a dissertação. A descrição de taxonomias já desenvolvidas anteriormente, a adequação das mesmas a estudos empíricos já realizados em outros países, bem como outros conceitos-chave para o entendimento do fenômeno da inovação são os temas discutidos neste capítulo. Atenção especial é dedicada à taxonomia proposta por Pavitt (1984). Conforme será argumentado, a relevância do estudo deste autor é respaldada por seu pioneirismo e reconhecida capacidade de sintetizar as diferentes matizes assumidas pelo processo de mudança tecnológica entre os setores industriais.

O segundo capítulo possui um caráter estritamente metodológico. Sua primeira seção expõe as principais características da base de dados utilizada, incluindo também uma exposição das variáveis e indicadores construídos na dissertação. Já a segunda seção é dedicada à descrição do método econométrico utilizado no estudo: a Análise de *Clusters*.

Por último, o terceiro capítulo exhibe os resultados encontrados. A proposição de distintas agregações (*clusters*) contribui para o entendimento das diferenças no comportamento dos diversos setores industriais no Brasil. A formação de distintos padrões de inovação leva em conta as informações de cada setor no que diz respeito às fontes de inovação, as formas de aprendizado e os tipos de conhecimento relevantes para inovar, os resultados alcançados, o foco das trajetórias tecnológicas, além de variáveis de estrutura e desempenho. Cada um destes tópicos é descrito em uma seção do capítulo, sendo que uma última seção sintetiza as principais conclusões derivadas da análise de *clusters*, que

sugerem a existência de diferenças no perfil inovador de cada setor industrial, com implicações sobre o entendimento dos ritmos da mudança tecnológica no país.

CAPÍTULO 1: PADRÕES SETORIAIS DE INOVAÇÃO

Estudos que tratam da temática da inovação são relativamente novos dentro da ciência econômica. Embora desde a primeira metade do século XX os trabalhos de Schumpeter (1934, 1943) já assinalassem a importância dos avanços tecnológicos para o desenvolvimento econômico, apenas na segunda metade deste século as pesquisas se tornaram sistemáticas e explicitamente voltados para o entendimento do processo inovativo na indústria¹. O próprio Schumpeter (*apud* Sahal, 1985) justifica esta transdisciplinaridade alegando que o progresso técnico poderia ser considerado uma força autônoma com profundas implicações de natureza econômica.

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 (Stoneman, 1995: 2). 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 capítulo que segue se propõe a realização de um levantamento da discussão presente na literatura acerca dos principais conceitos ligados aos padrões setoriais de inovação. Para tanto, o capítulo foi dividido em três seções. A primeira discorre sobre a inserção das taxonomias setoriais no debate econômico sobre os fatores explicativos das diferenças intersetoriais no ritmo da mudança tecnológica. A segunda seção é dedicada à descrição da taxonomia proposta por Pavitt (1984), de inegável ascendência sobre a padronização proposta neste e em diversos outros estudos. A terceira e última seção revisa os desdobramentos desta taxonomia por meio da análise de questões subjacentes a ela, investigando também padronizações posteriores, por ela inspiradas. Na maioria dos casos,

¹A relevância da dimensão técnica na produção econômica, contudo, pode ser identificada, ainda que de forma implícita, nos tratados seminais da ciência econômica. Desde *A Riqueza das Nações*, Smith (1776) já assinalava a importância de temas estritamente ligados ao processo produtivo industrial, e suas consequências para o êxito econômico. Pode-se citar como exemplo a discussão sobre a divisão do trabalho e especialização da mão-de-obra.

trata-se de aplicações dos conceitos subjacentes à padronização dedicadas a outros países, com metodologias e bases de dados distintas.

1.1 Diferentes Visões dos Determinantes do Ritmo e da Direção do Câmbio Tecnológico

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).

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, descritas por Polanyi (1966) como aquelas habilidades que decorrem da experiência do inovador, acumuladas no decorrer do contato direto com a tecnologia, e que não são facilmente transmitidas por não estarem codificadas ou publicadas. Desta forma, a transmissão de conhecimentos não ocorreria a custo zero, tal como supõe esta abordagem teórica. A imitação constituiria apenas uma das etapas do processo inovador, podendo demandar um esforço oneroso para se consubstanciar².

² Por meio de um estudo empírico, Mansfield et al. (1981 *apud* Patel e Pavitt, 1995) mostraram que os custos de imitação atingem, em média, 70% dos custos despendidos para se inovar.

A inquietação acerca do papel da tecnologia no desenvolvimento econômico foi recebendo, assim, destaque crescente na literatura. Mesmo estudos dentro da tradição *neoclássica*, como o de Solow (1957), demonstravam que o crescimento de fatores físicos (capital e trabalho) dava conta de explicar menos de 50% do crescimento econômico observado. O avanço tecnológico seria, então, um dos componentes principais do chamado “resíduo de Solow”, capaz de esclarecer grande parte dos diferenciais de crescimento econômico entre os países.

Na segunda corrente investigativa da diferença dos 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.

A explicação dos efeitos positivos do aumento no tamanho das empresas sobre o processo inovador estaria associada, primeiramente, à maior capacidade das grandes firmas em arcar com os custos inerentes à busca por conhecimento. Sabendo que o retorno dos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) é arriscado, fundos financiadores poderiam privilegiar projetos desenvolvidos por grandes companhias, de forma a obter maior segurança quanto aos retornos do financiamento. Uma segunda justificativa seria a existência de economias de escala na função de P&D. Os retornos desta atividade seriam maiores quanto maiores fossem os volumes de vendas, capazes de diluir os pesados custos fixos relacionados à busca por inovações. Por fim, o pressuposto de que firmas maiores são também mais diversificadas contribui para que seja postulada a maior capacidade destas de auferir economias de escopo nos investimentos em P&D (Cohen, 1995).

Em contrapartida, firmas menores teriam condições de obter ganhos de eficiência relacionados à atividades de busca tecnológica. Os mesmos estariam associados ao maior controle gerencial e redução da burocracia na condução de projetos de P&D. Ademais, o foco no objetivo inovador poderia ser mais refinado em empresas não muito grandes (Scherer e Ross, 1990: 652). Tal embasamento encontrava respaldo em estudos dedicados ao Vale do Silício, por exemplo, onde pequenas empresas eram capazes de promover inovações realmente relevantes para o setor de informática, apropriando-se de conhecimentos externos a um custo relativamente menor. Ademais, a maior propensão ao risco quanto aos resultados da busca tecnológica tenderia a fazer com que pequenas

empresas se tornassem aptas a introduzir inovações de porte, cabendo ao melhor potencial de pesquisa das grandes empresas lapidar estas descobertas (Deza, 2004: 153).

Estudos como o de Scherer (1967 *apud* Scherer e Ross, 1990: cap. 10) mostram que o número de empregados dedicados aos trabalhos de P&D em pequenas empresas cresce mais que proporcionalmente em relação ao tamanho, fazendo com que o esforço inovador seja mais intensivo nestas. Posteriormente, o próprio Scherer (1984, *apud* idem) constatou que a relação de proporcionalidade entre esforços em P&D e tamanho da firma variava intersetorialmente. Enquanto em alguns setores o investimento em P&D crescia mais que proporcionalmente em relação ao tamanho das empresas (setor químico, por exemplo), em outros (como o setor farmacêutico) era observado o inverso.

No que tange à concentração de mercado, os estudos relacionados à economia industrial testavam o argumento *schumpeteriano* de que quanto mais concentrada a indústria, maiores os incentivos a inovar. Estes incentivos seriam uma conseqüência da maior capacidade das firmas oligopolistas de se apropriarem dos resultados inovadores, estando, pois, mais propensas a investir na aquisição de conhecimento. O poder de mercado *ex-ante* seria um importante estímulo para a firma, já que eliminaria as incertezas associadas à perda de receitas em decorrência da imitação, ao passo que o poder de mercado *ex-post* seria o fator que asseguraria as rendas de monopólio possibilitadas pela inovação (Cohen, 1995).

Diversos estudos empíricos encontraram evidências que sustentam estes pressupostos, ainda que vários autores argumentassem que a posição de monopólio também poderia funcionar como fator restritivo do desempenho inovador, uma vez que empresas nestas condições poderiam sentir-se acomodadas e, conseqüentemente, desmotivadas a investir em P&D. As pesquisas que investigaram as motivações do câmbio técnico a partir da estrutura de mercado estabeleceram, então, a existência de um nível de concentração ótimo capaz de favorecer os processos inovativos. Os estudos também se preocuparam em comparar os benefícios sociais advindos da introdução das inovações com as perdas de bem-estar associadas à incidência de estruturas concentradas (*ibidem*).

Uma vez que as explicações propostas pelos estudiosos da organização industrial sobre as diferenças nos ritmos da mudança tecnológica nem sempre encontraram respaldo empírico, verificou-se a emergência de uma terceira linhagem teórica tentando explicar o fenômeno. Esta corrente se caracterizava pelo entendimento da mudança técnica como um

processo que seguia a uma lógica própria, influenciada tanto por fatores econômicos como por fatores intrinsecamente tecnológicos.

A discussão sobre a origem da mudança tecnológica esteve entre os temas debatidos por estes estudiosos. A princípio, o argumento foi polarizado, de um lado, por pesquisadores desta vertente que argumentava 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 tecnológico (respectivamente, estas visões eram denominadas “*technology push*” e “*demand pull*”).

O embasamento teórico para a formulação das idéias de “*technology push*” estava arraigado em evidências históricas, como as levantadas por Rosenberg (1974), que identificara diversos casos onde a própria natureza das tecnologias ditou a seqüência da evolução técnica industrial. Em contrapartida, a formulação dos conceitos de “*demand pull*” emergia da idéia de que a ciência poderia ser entendida como um manual de soluções, modeladas a partir das necessidades da indústria, que, por seu turno, eram guiadas pelas aspirações do mercado (Schmookler, 1966 *apud* Dosi, 1988b). Ambas as concepções encontraram fundamentação empírica, sem que se pudesse determinar a predominância de uma em detrimento da outra.

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, em permanente evolução, e com uma natureza acumulativa e irreversível em relação à trajetória tecnológica percorrida³ (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 econômicos⁴. Com respeito aos determinantes econômicos, a teoria evolucionista considera a necessidade de se avaliar conjuntamente fatores como os mecanismos de apropriabilidade, as condições de mercado, os preços relativos e as condições sócio-econômicas do relacionamento industrial (Dosi, 1988b).

³ A constatação da existência de incertezas no processo de busca tecnológica, e de racionalidade limitada dos agentes constituiu fator decisivo para o desenvolvimento do enfoque evolucionista, afastando-o, na época de sua concepção, do arcabouço neoclássico (Llerena e Oltra, 2000).

⁴ 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).

A linhagem teórica evolucionária também se destaca pelo caráter eminentemente dinâmico atribuído à mudança tecnológica. Coube a ela, também, os primeiros esforços de formalização das relações entre ciência e tecnologia, sintetizados no conceito de paradigmas tecnológicos que, de acordo com Dosi (ibidem, p. 1127) recebe a seguinte definição:

“(...) A ‘technological paradigm’ defines contextually the needs that are meant to be fulfilled, the scientific principles utilized for the task, the material technology to be used. In other words, a technological paradigm can be defined as a ‘pattern’ of solution of selected technoeconomic problems based on highly selected principles derived from the natural sciences, jointly with specific rules aimed to acquire new knowledge and safeguard it, whenever possible, against rapid diffusion to competitors.”

Os comportamentos inovadores ou imitadores das firmas, agentes em constante busca por atualizações tecnológicas, são responsáveis pela explicação da mudança tecnológica dentro das modelagens evolucionistas, sendo que o sucesso de tais estratégias se reflete em vantagens de custos ou de outro tipo para a firma inovadora. As condutas de cada empresa são diferenciadas, resultando em capacitações tecnológicas distintas que, por sua vez, fomentam um processo seletivo na indústria. Esta seleção influencia diretamente a velocidade e a direção da mudança técnica, promovendo a evolução dos paradigmas tecnológicos vigentes ou, ainda, criando novos paradigmas (Nelson e Winter, 1982: cap. 12).

Ainda no enfoque evolucionista, a origem de uma ampla variedade de inovações resultaria da necessidade da firma de aprender transpor restrições estruturais, materiais ou sistêmicas que emergem dentro do processo produtivo, sendo que as soluções encontradas não surgem do acaso. Este é o argumento defendido por Sahal (1985), que sugere que tais soluções acontecem de maneira sistemática nas chamadas “avenidas de inovação”, sinalizadas ou condicionadas por diferentes determinantes chamados de “postes tecnológicos”⁵. O percurso escolhido no presente gera implicações no futuro, de forma que a mudança tecnológica seguiria trajetórias determinadas, sendo que a alteração das mesmas poderia não ser uma tarefa simples. Sahal argumenta, porém, que mesmo não sendo plenamente sistemático, o progresso técnico também não pode ser considerado inteiramente caótico.

⁵ No original: “technological guideposts” e “innovation avenues”.

Esforços de padronização setorial, formulados a partir de análises dinâmicas, também foram propostos no âmbito do enfoque evolucionista, como no trabalho de Marsili (2001 *apud* Strachman, 2004). Baseada em variáveis de oportunidade tecnológica, barreiras à entrada tecnológica em conhecimento e/ou escala, persistência inovativa, diversidade tecnológica intra-industrial, diferenciação na base de conhecimento, ligações com pesquisa acadêmica e natureza das inovações; a autora propõe uma tipologia de padrões setoriais de inovação composta por cinco categorias.

Dentre estas estariam: (1) *setores baseados em ciência*: indústrias farmacêuticas (e biotecnologia) e eletromecânicas (inclusive telecomunicações e instrumentos); (2) *setores de processos fundamentais*: qu1542mi, 42mideeleolleo); 3(1))TJ/TT1 1 Tf0.0912 Tc

capaz de explicar de forma satisfatória as diferenças de velocidade e direção da mudança tecnológica.

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.

O mérito principal do trabalho de Pavitt sobrepõe o pioneirismo representado pelo artigo, e tem a ver com a aptidão do autor em detectar os fatores que realmente diferenciam as firmas quando da formação das suas capacitações tecnológicas e resultados subjacentes a elas. A classificação no âmbito dos setores traduz muito bem o grau de heterogeneidade industrial em um nível intermediário entre a firma e o mercado, significando, ainda, um instrumento de inquebrantável relevância para a formulação de políticas públicas⁶ (Britto, 1993).

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). A firma é a unidade que detém as competências sobre o que é produzido, sendo decisiva também na definição dos processos engendrados na produção. Neste contexto, a explicação do câmbio tecnológico não pode desprezar as características produtivas de cada empresa. Esta deve ser entendida como um depósito de diversificadas capacidades necessárias para o desenvolvimento de inovações, sendo que tais capacidades estão estritamente associadas às distintas características produtivas.

A taxonomia de Pavitt capta fundamentos de diferentes linhas teóricas que tentaram entender as nuances dos processos inovativos, questionando o caráter exógeno da tecnologia, mas considerando a variedade das fontes, naturezas e usos da inovação entre os

⁶ Contudo, não se pode ignorar o fato de que, dependendo do nível de desagregação setorial, estudos como este podem se tornar imprecisos em decorrência das inquestionáveis heterogeneidades intrasetoriais.

setores. Sua argumentação para a existência de diferenças na forma de conceber novas tecnologias parte do princípio de que a maior parte do conhecimento devotado pelas firmas em prol da inovação é específica, podendo demonstrar elementos tácitos. Esta característica influencia a transmissão e assimilação de conhecimentos técnico-científicos, chocando-se com os pressupostos de exogeneidade da tecnologia.

A concepção de padrões de inovação busca retratar a variedade existente nas formas de acumulação de conhecimento e capacitações das firmas, tentando explicar também o processo de produção de conhecimento a partir dos diversos insumos, resultados e interações. As empresas tendem a se comportar de maneira similar quando atuam em um mesmo setor, uma vez que os determinantes produtivos são semelhantes. As rotinas, observadas intrasetorialmente, possivelmente são parecidas e permitem que as análises para a firma sejam projetadas para o plano das indústrias. Este elemento proporciona o estabelecimento de padrões no âmbito dos setores industriais que evoluem com o tempo, a partir da vigência de distintas capacidades tecnológicas. Uma vez estabelecidos, os padrões também contribuem para a redução na complexidade da análise dos comportamentos empresariais ligados à busca por inovações, explicando, por exemplo, a variação na importância atribuída a inovações de produtos ou processos entre os setores.

Para a construção da taxonomia, Pavitt combinou a análise de fatores específicos dentre os setores como os regimes tecnológicos dominantes, as características estruturais, a origem da inovação, os tipos de resultados, as formas de apropriação e as possibilidades de diversificação tecnológica. Para tanto, foram utilizadas variáveis como as fontes de conhecimento; o tamanho das firmas e; a via percorrida pela inovação, isto é, o setor em que foi produzido o novo produto ou processo, e quais os principais setores usuários dos mesmos.

As fontes de conhecimento podem ser internas (como laboratórios de P&D e de engenharia de produção), ou externas (tecnologias desenvolvidas por fornecedores, clientes, usuários ou institutos de pesquisa). Os resultados inovadores (produto ou processo⁷) são protegidos de diversas maneiras, de acordo com as especificidades do resultado e com as características setoriais. Enquanto algumas inovações são patenteadas, outras podem ser mantidas em sigilo ou protegidas por *lags* técnicos para a imitação. As

⁷ Restrições impostas pelo tipo de dados analisados fizeram com que, na metodologia adotada por Pavitt, as inovações de processo fossem classi

diferenças de tamanho entre as firmas também são importantes por transmitirem uma noção da escala de produção e da concentração de mercado.

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, de produtos de metal e minerais não-metálicos. A intensidade dos esforços inovadores é considerável, tendo em vista que grande parte dos insumos tecnológicos é gerada internamente. O processo de produção é contínuo, tornando imprescindível a atuação dos departamentos de engenharia de produção, responsáveis, neste contexto, pelos ganhos de produtividade. Técnicos, engenheiros e especialistas

engajados nestes departamentos devem conhecer a fundo todas as etapas do processo produtivo, para que estejam aptos a identificar problemas e propor melhorias nos equipamentos ligados à produção. 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 frequente é a de produto, tendo em vista que a maior parte das inovações é utilizada por setores diferentes daqueles onde as mesmas foram elaboradas⁸. 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 redonda 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 tecnológicas⁹. 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

⁸ Importante ter em mente a metodologia de classificação de Pavitt para inovações em produto ou processo (vide nota anterior). Mesmo que a inovação seja considerada de processo para o setor que a está utilizando, se o setor que a desenvolveu a repassou para outros setores, o autor a considera inovação em produto.

⁹ 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.

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 acelerado. A diversificação tecnológica nesta categoria é concêntrica e não vertical, o que propicia que as inovações sejam consubstanciadas tanto em produto como em processo¹⁰. As formas de proteção destes resultados também são as mais variadas possíveis incluindo patentes, sigilos, *lags* técnicos naturais ou *know-how*.

O Quadro 1.1, apresentado a seguir, sintetiza os resultados da padronização setorial da mudança tecnológica proposta por Pavitt (1984), sendo útil para a comparação com os resultados desta dissertação, dispostos no capítulo 3. Julga-se conveniente, todavia, a discussão de resultados de outros estudos que investigaram as especificidades setoriais do processo inovador, tendo em mente as lacunas deixadas pela pesquisa de Pavitt, bem como as peculiaridades circunstancialmente encontradas em outras economias. Outro fator de diferenciação entre as pesquisas posteriores e o trabalho de Pavitt diz respeito à base de dados utilizada. Quando elaborou sua taxonomia, este autor não dispunha de estatísticas sofisticadas, sendo obrigado a tomar como objeto de análise as inovações, e não as firmas. Uma vez que esta dissertação lança mão de dados oriundos de levantamentos realizados em contato direto com as empresas, parece adequado incluir também a análise de trabalhos que adotaram metodologia semelhante. A seção seguinte é dedicada a este esforço.

1.3 Desdobramentos da Taxonomia Original de Pavitt

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 que preponderaram 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, então, diversos outros estudos. Em boa parte destes, as proposições de Pavitt foram ao menos aproximadas, ainda que em determinados

¹⁰ No estudo de Pavitt (1984), as inovações de processo foram predominantes entre as empresas enquadradas neste padrão, embora o próprio autor argumente que este resultado deve ser fruto de peculiaridades no setor eletro-eletrônico.

**Quadro 1.1:
Trajetórias Tecnológicas Segundo Pavitt (1984): Determinantes, Direções e Características Mensuradas**

| Categorias de firmas | Representantes Típicos | Determinantes das trajetórias tecnológicas | | | Trajetórias Tecnológ. | Características Mensuradas | | | | |
|----------------------------|---|---|--|--|---|---|---|--|---|---------------------|
| | | Fontes da Tecnologia | Tipo de Usuário | Meios de Apropriação | | Fonte do Processo Tecnológico | Balanço Relativo entre Inov. de Prod. e Proc. | Tamanho Relativo das Firmas Inovadoras | Intensidade e direção da diversificação tecnológica | |
| | | | | | | | | | | |
| Dominados por Fornecedores | Agricultura, construção, serv. privados, manufaturas tradicionais | Pesquisa de fornecedores, grandes usuários | Sensível a preços | Não-Técnicas (marcas registradas, publicidade, desenho diferenciado) | Redução de Custos | Externa; Fornecedores | Predominante em Processos | Predominantemente Pequenas | Baixa e Vertical | |
| Produção Intensiva | Intensivos em Escala | Materiais de cons. de massa (aço, vidro); linhas de montagem (bens consumo duráveis e automóveis) | P&D; Depart. de Engenharia de fornecedores | Sensível a preços | Segredo de processos e <i>know-how</i> ; <i>lags</i> técnic.; patentes; aprendizado dinâmico. | Redução de Custos (desenho/ (re)definição de produtos | Interna e Fornecedores | Processos | Predominantemente Grandes | Alta e Vertical |
| | Forneced. Especializ. | Maquinaria; Instrumentos | Desenho e Desenvolvidos por usuários | Sensível ao desempenho | <i>know-how</i> em desenho; conhecimento de usuários; patentes | Desenho/ (re)definição de produtos | Interna e Clientes | Produtos | Predominantemente Pequenas | Baixa e Concêntrica |
| Baseados na Ciência | Eletro-eletrônica; química | P&D em Institutos Públicos de Ciência; Depart. de Engenharia | Misto | <i>know-how</i> em P&D; patentes; Segredo de processos e aprendizado dinâmico. | Misto | Interna e Fornecedores | Misto | Predominantemente Grandes | Baixa e Vertical ou Alta e Concêntrica | |

Fonte: Pavitt (1984, p. 354).

casos algumas distinções pudessem ser suscitadas, até porque outras metodologias foram propostas.

A presente seção apresenta estudos, não necessariamente posteriores ao de Pavitt, que se dedicaram ao entendimento das diferenças no ritmo da mudança tecnológica entre os setores industriais, a partir dos mesmos determinantes incorporados na análise deste autor. A padronização desenvolvida pelo mesmo foi especificada a partir da investigação de variáveis como a origem da inovação tecnológica, a estrutura de mercado, o tipo de resultado inovador, as condições de aprendizado e o foco das trajetórias tecnológicas. Cada um destes tópicos será tratado na seqüência de forma a explicitar a amplitude dos argumentos teóricos utilizados.

A começar pelo exame das fontes de inovação, os estudos de padronização setorial da mudança técnica trabalham com um conceito de inovação que sobrepuja a dimensão dos esforços em P&D¹¹. 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 no mercado. Dentre as atividades externas destacam-se a aquisição de P&D externo, de outros conhecimentos ou de máquinas e equipamentos com tecnologia incorporada.

Alguns trabalhos interessados em caracterizar as diferenças no processo inovativo entre as indústrias se detiveram à análise das diferenças na intensidade dos gastos em P&D, como é o caso dos estudos propostos pela OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*)¹². Baseada em critérios comparáveis internacionalmente, a tipologia tenta captar, a partir das informações de intensidade desta fonte, o grau de sofisticação tecnológica anotado nos diversos setores industriais.

Num primeiro momento, a classificação OECD levava em consideração apenas os esforços internos de P&D como medida da intensidade tecnológica. As imprecisões deste indicador obrigaram, contudo, uma revisão metodológica na classificação, que passou a considerar também os esforços de P&D indiretamente praticados em cada setor. Em outras palavras, a taxonomia passou a pesar também os esforços de P&D incorporados na aquisição externa de tecnologias por parte das indústrias. Para tanto, os coeficientes

¹¹ Durante algum tempo, os esforços relacionados às atividades de P&D concentraram a quase totalidade da atenção de estudiosos que buscavam entender o processo de busca por conhecimento despreendido pelas firmas. Com o passar dos anos, todavia, verificou-se a necessidade de se incorporar a análise de outras fontes de potencial relevância para a consecução de inovações.

¹² Em Português: OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico).

técnicos da matriz de insumo-produto foram utilizados como fator de ponderação (Hatzichronoglou, 1997).

Os formuladores do estudo detectaram, entretanto, que não houve mudanças radicais entre a classificação que considerava apenas os esforços próprios de P&D e aquela que considerava a intensidade tecnológica total, ou seja, incluindo os esforços de P&D incorporados. Tal concepção sugere a hipótese de que os setores que mais investem diretamente em P&D são também aqueles que mais fazem uso de tecnologias sofisticadas, desenvolvidas por outros setores, também intensivos em P&D¹³.

Deve-se considerar que o enfoque dado aos gastos em P&D não é uniforme dentre todas as firmas (Klomp, 2001). Em outras palavras, seria prudente argumentar que uma mesma quantia investida em P&D pode ser destinada a diferentes fins, dependendo da empresa. Admite-se a possibilidade de que o foco pretendido com os investimentos em P&D apresentem uma bifurcação entre firmas que assumem uma estratégia inovativa *vis-a-vis* firmas que adotam uma estratégia imitativa (Lee e Harrison, 2001). Enquanto a primeira estratégia está relacionada a retornos altos e incertos, a segunda oferece retornos modestos, porém seguros e rápidos. A frequência de firmas engajadas em estratégias imitativas tem a ver com as barreiras à entrada e à saída anotadas em cada setor.

O cuidado no uso dos indicadores de P&D – sobretudo em estudos setoriais –, se justifica, primeiramente, em virtude das deficiências na construção do indicador. Conforme assinala Hughes (1988), não apenas a dispersão intersetorial deste tipo de investimento é significativa, o que torna relevante, também, a consideração das diferenças intrasetoriais na construção do indicador. O cálculo usual da intensidade de P&D é obtido com o quociente

$\sum_{i=1}^m R_i / \sum_{i=1}^n S_i$, sendo R_i os gastos em P&D e S_i as vendas do setor. Levando-se em conta

que o investimento em P&D não é ubíquo, todas as firmas contribuem para a formação do denominador, o que pode não acontecer com a formação do numerador ($n \geq m$). A assimilação da dimensão do esforço de algumas firmas do setor pode, então, estar comprometida. Ademais, a classificação da firma em um único setor de atividade

¹³ A classificação OECD leva em conta a existência de quatro grupos de intensidade tecnológica intersetorial – alta, média/alta, média/baixa e baixa. Dentre os setores de intensidade tecnológica alta estão aqueles ligados à eletrônica, informática, comunicações, aeronáutica e indústria farmacêutica; os setores de intensidade média/alta congregam as indústrias automotiva, de maquinários, instrumentos e química; a categoria de intensidade tecnológica média/baixa inclui as indústrias metálicas e de minerais, além da indústria naval, de borracha/plástico e refino de petróleo. Por fim, os setores de baixa intensidade tecnológica são os de madeira, móveis, têxtil, confecções, alimentos, bebidas, fumo e edição/gráfica.

econômica pode suprimir o fenômeno de diversificação, deturpando as informações do empenho inovador em setores de atuação secundários.

Não obstante todos estes problemas de medição aventados, não se pode desprezar a importância das atividades de P&D para o desenvolvimento econômico de um país, assim como para a geração de inovações. Na década de 70 foram inúmeros os estudos que encontraram correlações estatisticamente significativas entre as quedas na produtividade do trabalho daquele período e a redução nos investimentos em P&D (Deza, 2004: 175). Além disso, mesmo adotando estratégias tecnológicas imitativas, é necessário que as firmas sedimentem seu conhecimento a partir do esforço interno de pesquisa. Tal como recordam Perez e Soete (1988), o investimento em fontes de inovação deste tipo faz com que a empresa esteja apta a aproveitar as chamadas “janelas de oportunidade”, que permitem aos países ou indústrias imitadoras alcançar (*catch up*) os líderes na geração de conhecimento a um custo diferenciado (mais baixo).

Existem, ainda, pesquisas que comprovaram a significância estatística do P&D como indutor da mudança tecnológica. Ademais, os retornos *ex post* deste tipo de investimento, seja privado ou social, aparentemente são altos, superando, inclusive, os retornos de investimento em capital fixo (Terleckyj, 1980)¹⁴. Sua prática sistemática contribui para a acumulação tácita de conhecimento, podendo assegurar algum tipo de vantagem comparativa para a firma.

Contudo, a importância de outras atividades inovativas além do P&D é ratificada em estudos como o de Mansfield e Rapoport (1975) que notaram que os gastos com esta atividade no setor químico norte-americano abarcavam apenas 39% do Custo Total de Inovação (CTI), e com alto desvio padrão. Estes custos compreendiam os esforços desde a concepção da inovação até o lançamento comercial da mesma e, em cada caso, o peso dos distintos estágios variava. Esta verificação já seria uma justificativa suficiente para a pesquisa do papel das diversas atividades voltadas à inovação em cada firma ou setor.

Também não se pode deixar de considerar que, para determinadas indústrias, práticas de D&E adquirem caráter tão ou mais importante que as práticas de P&D (Archibugi et al., 1991). Em indústrias destinadas ao atendimento de demandas mais específicas é comum a obtenção de inovações no âmbito do desenho e redefinição de

¹⁴ O mesmo autor também advoga que, para uma análise mais precisa, os indicadores de P&D deveriam ser trabalhados em estoque e não como investimentos pontuais. Desta forma, as pesquisas de inovação tecnológica estariam captando melhor a dimensão das economias de escala advindas da persistência do investimento.

propriedades do produto (Cohen, 1995). As atividades de engenharia também podem ser importantes para que a firma consiga reproduzir resultados obtidos por empresas concorrentes (características de concorrência “*tit-for-tat*”) (ibidem). Os desenvolvimentos e testes com protótipos e as atividades de engenharia de reverso são alguns exemplos de tarefas neste campo, com indubitável potencial para a geração de inovações.

Já em outros setores, o grande diferencial inovador está na diferenciação de produtos e marcas, e nestes, a funcionalidade de estratégias de *marketing* avoca mérito especial. O fenômeno da diferenciação é caracterizado quando pelo menos uma parte dos compradores preferem claramente determinado produto em detrimento dos concorrentes, a um preço dado. Sem embargo, o grau de diferenciação de um produto varia enormemente, e pode conferir ao produtor a possibilidade de praticar preços *premium* com importantes impactos sobre o lucro da empresa (Scherer e Ross, 1990: 571).

Passando às fontes de inovação externas à firma, tem-se, primeiramente, a contratação de P&D, comum nos casos em que a firma não detém ou prefere não investir na busca de conhecimento subjacente a sua área de atuação. Também pode ser suscitado em casos onde a firma detém as competências para a busca de conhecimento, mas pretende ratificar sua pesquisa ou se beneficiar de sinergias possibilitadas com esta forma de interação (Cohen, 1995; Patel e Pavitt, 1995). A firma ainda pode obter conhecimento codificado, sendo esta uma outra fonte externa de aprimoramento tecnológico¹⁵.

A aquisição de maquinário e equipamentos produzidos por outras empresas também possibilita o aperfeiçoamento produtivo e, por conseqüência, a inovação, sendo esta uma fonte bastante requisitada, sobretudo em países de industrialização retardatária. Talvez este seja um dos fatores mais importantes para explicar a capacidade destes países de praticar o conhecimento produzido na chamada “fronteira tecnológica” (Katz, 2000; Arocena e Sutz, 2003). Entretanto, quando tal estratégia substitui a busca ativa por conhecimento, ou ainda, não vem complementada por iniciativas internas de pesquisa, é bem provável que a contribuição para o deslocamento da referida “fronteira” fique comprometida (Cassiolato e Szapiro, 2003).

As firmas e, por conseguinte, os setores não se distinguem apenas no tipo de fonte utilizada para inovar. Taxonomias setoriais formuladas a partir das distinções nas

¹⁵ Obviamente, a assimilação plena de conhecimentos gerados externamente exige que a firma desenvolva competências internas, sob pena de não conseguir converter a informação adquirida em dividendos inovadores.

estruturas de mercado também forneceram interessantes resultados, explicando as diferenças no ritmo do câmbio técnico na indústria.

No que diz respeito aos efeitos da estrutura de mercado sobre a eficiência inovativa, pode-se dizer que a preocupação com as condições de apropriabilidade sempre permeou a discussão. O papel da inovação como forma de assegurar a obtenção de lucros de monopólio já era enunciado por Schumpeter (1943). O argumento foi posteriormente apurado, na medida em que estudos empíricos comprovaram que, de maneira geral, as quatro maiores empresas de cada setor concentram uma proporção razoável das inovações alcançadas (Mansfield 1968, *apud* Deza, 2004: 154-155). O argumento usado para explicar a existência de tal relação está alicerçado na idéia de que, quanto maiores as barreiras à entrada e a dimensão da firma, maior a capacidade de apropriação dos resultados inovadores.

A preocupação com a influência do tamanho da firma no desempenho inovativo também remete a pressupostos atribuídos a Schumpeter¹⁶. Malerba e Orsenigo (1995) direcionam o foco de seu estudo para os chamados marcos *schumpeterianos* I e II, relacionados a diferentes percepções daquele autor sobre o ambiente propício à disseminação de inovações. No primeiro marco, associado à produção europeia do final do século XIX, pequenas firmas seriam as principais responsáveis pelo dinamismo tecnológico, num ambiente onde as barreiras à entrada seriam frouxas. Já no segundo marco, inspirado pela indústria estadunidense do século XX, as fortes barreiras à entrada beneficiavam as grandes firmas, capazes de aportar uma maior quantidade de recursos para a busca de conhecimento, com um poder de apropriabilidade sobre os resultados inovativos também maior.

A forma como algumas sondagens de desempenho inovativo são conduzidas podem, entretanto, comprometer as conclusões tomadas acerca do desempenho de pequenas firmas. As deficiências nas condições de apropriabilidade destas empresas podem forçar a não-declaração de obtenções de inovações, conduzindo à conclusões errôneas de que as firmas menores são menos inovativas. Sem dúvida, o segredo industrial é uma estratégia de proteção possível contra a imitação e, dependendo do tipo de inovação, a empresa pode optar por não divulgá-la¹⁷ (Kleinknecht, 1987).

¹⁶ Importante ressaltar que as obras de Schumpeter não fazem menção explícita sobre a relação entre tamanho da firma e desempenho inovativo. De acordo com Cohen (1995), coube a Galbraith (1952) o pioneirismo deste tipo de comentário.

¹⁷ Em geral, as inovações de processo são mais facilmente resguardadas.

O papel importante desempenhado pelas firmas menores é explorado no estudo de Pavitt et al. (1987) onde se testa a proposição de que a relação entre o tamanho da firma e o volume de atividades inovativas possui um formato de “S”. Esta era a concepção prevalecente até a década de 70, quando se supunha que empresas muito pequenas eram pouco intensivas em atividades inovativas, enquanto que as empresas muito grandes registravam intensidade decrescente em relação às mesmas.

Os resultados mostram que tal assertiva pode não ser precisa em virtude da dificuldade de captar as atividades inovativas em firmas menores, onde as atividades informais seriam mais comuns. Ademais, é chamada a atenção para a dupla causalidade entre atividade inovativa, tamanho da firma e estrutura de mercado, impedindo a afirmação de que é o tamanho da firma quem define o desempenho inovador. Suas conclusões apontam, contudo, que as inovações oriundas de empresas maiores, em geral, são qualitativamente mais sofisticadas, mais difíceis de serem copiadas e, com frequência, desenvolvidas para setores distintos daquele onde a firma exerce sua atividade principal. As firmas menores seriam mais especializadas em sua área de atuação primária, e suas inovações estariam mais suscetíveis à cópia.

O fato de que, mesmo não possuindo departamentos formais de P&D, é possível que a empresa invista na busca pela geração de conhecimento suscita outra discussão envolvendo inovação e tamanho de empresas. Nas firmas menores, o processo de pesquisa pode estar acontecendo paralelamente a outras atividades, em um número limitado de horas. Esta peculiaridade torna-se um empecilho para que entrevistas e sondagens captem a informação de investimento em pesquisa destas firmas, prejudicando as conclusões sobre o potencial inovador de pequenas empresas (Kleinknecht, 1987).

Sem abandonar o estudo da influência do tamanho da firma sobre o desempenho inovativo, alguns trabalhos avançaram para outro tópico destacado na padronização de Pavitt, qual seja, os resultados inovadores. Pesquisando a performance inovadora da indústria italiana, Santarelli e Sterlacchini (1990) apontaram as firmas menores como mais propensas a desenvolver inovações incrementais, muitas vezes relacionadas às atividades de desenho. Nestas empresas, as atividades de pesquisa assumiriam caráter mais informal. Já as firmas maiores contribuiriam de forma mais decisiva para a consecução de inovações radicais, conseqüência da maior propensão a formalizar atividades de P&D. O resultado do estudo vai de encontro com proposições desenvolvidas em pesquisas na linha da

organização industrial, que destacavam o potencial de pequenas firmas em desenvolver inovações radicais.

Outra hipótese para a predominância de firmas de pequeno e médio porte na obtenção de inovações incrementais está relacionada ao fato de que estas investem mais em etapas de desenvolvimento do que em etapas de pesquisa. Este resultado foi confirmado para o caso alemão no estudo de Meyer-Krahmer (1984). O autor, porém, argumenta que mesmo sendo minoria no universo de firmas que investem em P&D, as empresas menores podem ser consideradas mais inovativas, pois, quando o fazem, dedicam recursos de forma mais intensiva e estão mais propensas à concretização de resultados

A relação entre tamanho da firma e a propensão a investir na busca por inovações de produto ou processo também foi investigada, indicando que a parcela de recursos destinada à inovação de processo cresce em consonância com o tamanho da firma, ainda que com taxas decrescentes (Cohen e Klepper, 1995). Admite-se que ambos os tipos de resultado, potencialmente, são capazes de ampliar os lucros. A inovação em processo contribui para a redução dos custos de produção, enquanto que a inovação em produto aumenta a receita de vendas. Os resultados encontrados empiricamente são compatíveis com a hipótese de que as firmas de maior porte são mais propensas a investir em projetos que visem as inovações de processo. Estas seriam menos rentáveis que as inovações de produto, uma vez que seus efeitos sobre os resultados de comercialização da firma são reduzidos e mais lentos. A maior disponibilidade de recursos por parte das firmas maiores as deixaria, então, mais aptas a conduzir esta modalidade de pesquisa. Por outro lado, não se pode negar que a inovação de processo em firmas menores também é freqüente, utilizando, contudo, a via de aquisição de equipamentos.

As formas de aprendizado também constituem um fator capaz de diferenciar os ritmos da mudança tecnológica entre os setores. O aprendizado é consubstanciado em muitas condutas, incluindo investimentos em diversas fontes como P&D, D&E, estruturas produtiva e organizacional, marketing, dentre outras. Destes investimentos emergem seis tipos de aprendizado, sendo três internos e três externos à firma.

Dentre os internos estariam: a) *learning by doing*, diretamente relacionado à atividade produtiva; b) *learning by using*, associado ao uso de produtos, maquinaria e insumos e; c) *learning by searching*, ligado à atividades formais com vistas à geração de novos conhecimentos. Já as formas de aprendizagem externas incluiriam: d) *learning from advances in science and technology*, proveniente da absorção de conhecimentos gerados

externamente; e) *learning from inter-industry spillovers*, ligado ao conhecimento concebido por concorrentes ou indústrias de outras áreas e; f) *learning by interacting*, relacionado com a cooperação com fornecedores ou usuários¹⁸ (Malerba, 1992).

Os canais externos de aprendizagem são dignos de atenção especial na literatura, sendo que os tipos de relacionamento das firmas podem ser considerados como importantes fatores de diferenciação da performance inovativa, com reflexo sobre a lógica de construção dos padrões setoriais. Obviamente, alguns setores estão mais suscetíveis ou são mais dependentes de interação com agentes externos que outros. A proximidade com a ciência, a velocidade com que os paradigmas tecnológicos são alterados, as condições da demanda ou o grau de concorrência são alguns dos fatores capazes de estimular ou coibir o nível de interação das firmas¹⁹.

As interações do tipo usuário-produtor se justificam, pois, por mais eficiente que seja a pesquisa, nem sempre é possível antecipar todos os problemas que serão enfrentados por quem efetivamente utilizará a inovação. Canais de comunicação eficientes devem ser fomentados para se contornar este problema, subentendendo-se que as aspirações de ambas as partes se complementem e não concorram entre si. Pode-se dizer que este tipo de interação figura entre as estratégias vitais para o aprimoramento produtivo, significando um importante canal de obtenção de inovações, principalmente incrementais (Habermeier, 1990).

Além da cooperação com usuários, outros tipos de interação importantes podem ser citados, com significativas implicações para o desenvolvimento de inovações. A sincronia com fornecedores de insumos e equipamentos, por exemplo, é de especial relevância para o conhecimento das etapas de produção, com potencial capacidade de gerar melhorias, tanto em produtos como em processos. A cooperação com concorrentes ou empresas de consultoria confere a possibilidade de monitoramento das novidades que surgem no mercado, fundamental para que a empresa preserve sua competitividade.

¹⁸ Tradução livre para os termos assinalados: a) aprendizado por produção; b) aprendizado por uso; c) aprendizado por pesquisa; d) aprendizado a partir de avanços na ciência e na tecnologia; e) aprendizado a partir de transbordamentos interindustriais; f) aprendizado por interação.

¹⁹ A cooperação e interação entre as firmas serão tanto maiores, quanto mais desenvolvido for o Sistema Nacional de Inovações (SNI) do país em questão. Este, engloba o conjunto de relacionamentos importantes para que a firma inove, além de determinantes como sistemas educacionais qualificados, relações industriais bem construídas, instituições técnicas e científicas atuantes, políticas governamentais de incentivo à pesquisa e inovação, além de tradições culturais e institucionais voltadas à tecnologia (Lundvall, 1992; Freeman, 1995).

A capacidade da firma de converter os avanços na ciência em resultados econômicos é outra questão importante, e pode ser facilitada a partir da interação com universidades e centros de pesquisa. Os avanços no campo científico podem ser associados à formação de oportunidades tecnológicas, uma vez que novos conhecimentos provenientes de indagações teóricas podem significar um caminho para a resolução de antigos problemas (Narin et al., 1997).

Um último tópico incorporado por Pavitt (1984) na construção dos padrões setoriais de inovação diz respeito ao foco das trajetórias tecnológicas, distinto entre as firmas e, por conseguinte, entre os setores. Tal variável está relacionada ao grau com que certas atividades tecnológicas se engajam e se repetem dentro de determinada linha de negócios. O trabalho de Klevorick et al. (1995) tenta captar as trajetórias tecnológicas mais freqüentes nos diversos setores, partindo de seis tipos de trajetórias naturais: *i*) mecanização e automação; *ii*) melhorias no processo produtivo; *iii*) aprimoramento de materiais e insumos; *iv*) alteração nas dimensões dos produtos; *v*) melhoria nas características dos produtos e; *vi*) adaptação para segmentos de mercado e clientes específicos.

Sugere-se, ainda, a existência de correlações entre estas trajetórias, construídas a partir dos focos preponderantes nas firmas. As trajetórias de automação e mecanização se correlacionariam positivamente com as trajetórias que visam melhorias nas propriedades de materiais e insumos. As trajetórias de melhorias na característica dos produtos estariam positivamente correlacionadas às trajetórias voltadas para a adaptação dos mesmos para segmentos de mercado e clientes específicos. Por último, as trajetórias ligadas à mudança nas dimensões do produto se correlacionariam negativamente com todas as demais trajetórias relacionadas à produtos (*ibidem*).

Da diversidade de países, bem como da diversidade de formas de se medir variáveis de inovação, surgiram uma série de outros estudos interessados em captar as diferenças nos regimes tecnológicos que preponderam nos vários setores industriais. 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 estudo não deixa de ser uma complementação do artigo anterior do primeiro autor (Pavitt, 1984), com o objetivo de detectar em que direções caminham as inovações descobertas por um determinado setor.

As conclusões apontam que em ramos como a engenharia mecânica, a indústria eletro-eletrônica e de instrumentos – típicos fornecedores especializados –, a interação com outros setores é recorrente, propiciando que as inovações se dêem em diversas áreas, distintas da atividade principal da firma. Já nos setores intensivos em escala e dominados por fornecedores os *loci* da inovação se dão em setores que dominam as etapas de produção verticalmente acima, como os de engenharia eletro-eletrônica e mecânica. Nos setores baseados na ciência e nos demais fornecedores especializados, a ampla interação possibilita que surjam atividades tecnológicas verticalmente acima, mas elas não são tão importantes quanto as inovações obtidas nos setores cujas atividades se integram horizontalmente aos mesmos.

No mesmo artigo, também é proposta a revisão da taxonomia proposta no artigo de 1984, incluindo a 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.

O entendimento dos fluxos intersetoriais da inovação também está presente no trabalho de Robson et al. (1988), novamente dedicado à indústria inglesa. Os autores partem da verificação de que um pequeno núcleo setorial (setores da química, mecânica, instrumentos e eletrônica), altamente inovativo, concentrava mais de 64% de todas as inovações anotadas entre 1945 e 1983, com implicações para praticamente todos os demais setores. Neste núcleo, as inovações de produto são as mais comuns, tendo em vista que a maior parte das novas descobertas é direcionada a outros setores. Um grupo secundário (setores de engenharia elétrica, veículos, borracha/plástico e metais) apresentava um balanço entre inovações de produto e processo razoavelmente equilibrado, enquanto que, para os demais setores, as inovações predominantes eram de processos, originárias de outros setores. Esta nova pesquisa corroborava, assim, o elevado grau de penetração de inovações geradas em um núcleo de setores formado, sobretudo, por indústrias baseadas na ciência e fornecedoras especializadas.

A variedade nas possibilidades de penetração das inovações nos diversos campos tecnológicos foi estudada para o caso italiano – a partir de estatísticas de patentes –, em

Archibugi (1988). Lançando mão de análise matricial no âmbito das firmas (e não dos setores) é confirmado o argumento de que a quantidade de inovações produzidas fora do setor de atividade econômica principal da empresa pode ser considerável. Contudo, e não apenas em virtude do desempenho inovativo, alguns setores estão mais propensos a patentear que outros²⁰. Ademais, a permeabilidade²¹ destas patentes também varia substancialmente. Ao contrário dos setores tradicionais, setores como o de metalurgia, aço, mecânica, maquinaria e transportes não apenas produzem um número elevado de patentes, mas também introduzem inovações capazes de repercutir sobremaneira na mudança tecnológica de outras áreas industriais.

As proposições de Pavitt também foram adaptadas para análises que, como a que será desenvolvida nesta dissertação, fazem uso de informações coletadas diretamente nas firmas, e não tomando a inovação como unidade de estudo. Uma investigação das diferentes fontes da mudança tecnológica entre os setores, que leva em conta, também, diferenças na concentração de mercado e na dimensão da firma pode ser encontrada em Archibugi et al. (1991). Também com base na indústria italiana, os autores questionam a ordem causal, derivada dos modelos de Estrutura-Conduto-Desempenho (ECD), que postula a concentração de mercado (estrutura) como fator determinante da mudança técnica (desempenho). O importante papel exercido pelas pequenas empresas na dinâmica inovativa italiana serve de indício para que os autores identifiquem um movimento causal inverso ou, pelo menos, retro-alimentável nesta relação.

Os resultados encontrados também propõem a argumentação de que as diferenças intersetoriais são mais importantes que as diferenças interdimensionais para a explicação dos balanços entre inovações de produto e processo. As proposições de Pavitt (1984) são corroboradas na medida em que se verifica que nos setores com maiores oportunidades tecnológicas (mecânica, maquinaria, computação e instrumentos, por exemplo) a probabilidade de inovação em produto é maior que em setores ditos tradicionais, onde preponderam as inovações em processo²².

²⁰ Pavitt (1988), ao investigar as vantagens e deficiências dos dados de patentes, alerta para as diferenças intersetoriais na propensão a patentear, dentre outros problemas. Assim, a escassez de patentes pode não significar desempenho inovativo pífio.

²¹ O conceito de permeabilidade está relacionado ao número de setores que utilizam determinada patente, afora aquele que a produziu.

²² Pesquisando inovações em setores produtores de instrumentos, Riggs e von Hippel (1994) encontraram que em relações entre usuários e produtores de tecnologias, os primeiros são responsáveis pela elaboração de inovações de maior relevância científica, ao passo que os últimos tendem a desenvolver as inovações comercialmente mais importantes.

A partir desta análise, Archibugi et al. (1991) depreendem uma taxonomia disposta em cinco categorias:

- (1) *Produtores de bens de consumo tradicionais*: caracterizada por firmas de pequeno e médio porte, onde a aquisição de bens de capital é a principal atividade inovadora;
- (2) *Fornecedores de bens intermediários tradicionais*: firmas mantêm as mesmas características da categoria anterior, mas se distinguem por venderem seus produtos a outras firmas de quem recebem informações técnicas importantes para inovar. São, entretanto, pouco dinâmicas no que diz respeito aos processos de seleção de tecnologias;
- (3) *Fornecedores especializados de bens intermediários e equipamentos*: também são constituídos por empresas de pequeno e médio porte, mas se destacam no uso de fontes internas de conhecimento como P&D e D&E. Exercem papel ativo na seleção de tecnologias e inovam, predominantemente, em produto;
- (4) *Produtores de Bens de Consumo de Massa*: marcada por empresas maiores, que anotam grande propensão para a obtenção de inovações baseadas em fontes internas como P&D e D&E;
- (5) *Baseados em P&D*: categoria com firmas de tamanho médio, altamente inovadoras, onde os laboratórios científicos e tecnológicos exercem função primaz na formação das capacitações industriais.

Especificidades setoriais da atividade inovadora na indústria espanhola podem ser examinadas, primeiramente, nos trabalhos de Molero e Buesa (1992; 1996), ambos dedicados à indústria madrilenha. No primeiro deles, com base numa metodologia de análise de fatores, os autores isolam cinco conjuntos de variáveis capazes de explicar a maior parte das diferenças no comportamento inovador das firmas. O primeiro conjunto, responsável por explicar grande parte da variância interfirmas, congrega variáveis de estrutura e performance inovadora. O segundo diz respeito às variáveis de apropriabilidade. O terceiro componente mais importante para explicar o comportamento diferenciado das firmas capta a autonomia tecnológica das mesmas, ou seja, a importância das fontes internas de inovação em relação ao conjunto de fontes utilizadas. O quarto e quinto componentes remetem, respectivamente, à importância do P&D e de outros procedimentos para a

geração de tecnologias (como a cooperação interfirmas). Por último, o sexto fator ilustra a importância da acumulação de conhecimentos, ou experiência da empresa.

Em trabalho posterior, Molero e Buesa (1996) diagnosticam a grande concentração da atividade inovadora madrilenha em quatro setores, responsáveis por $\frac{3}{4}$ das inovações: metal-mecânico, químico, farmacêutico e eletrônico. Percebem também que as firmas mais jovens da capital espanhola (com menos de 20 anos) detêm performance inovadora bem mais sólida que as firmas mais antigas. A grande inserção de firmas controladas por capital estrangeiro na Espanha também repercute no esforço inovador deste país, uma vez que os autores notam que a incidência de atividades de desenvolvimento é bem maior que a de atividades de pesquisa. Este fato fornece subsídios para a proposição de que as empresas transnacionais mantêm o “núcleo duro” de suas atividades geradoras de conhecimento em seus países-sede, cabendo às nações subsidiárias a condução de atividades de P&D com caráter mais complementar ou adaptativo. Logo, a necessidade de inclusão desta variável nos trabalhos que investigam o fenômeno da inovação fora dos países-sede de grandes conglomerados industriais se torna justificável.

Numa linha de pesquisa bem mais próxima da modelagem *pavittiana*, os trabalhos de Ruiz (1997; 1998; 2000) também investigam os diferentes padrões setoriais de inovação na indústria da Espanha. 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. Em termos gerais, os setores industriais espanhóis apresentam comportamento inovador bem próximo do comportamento britânico estudado por Pavitt (1984). As exceções estão relacionadas aos setores produtores de alimento, onde a mudança tecnológica é mais dinâmica do que se podia esperar. Além disso, nos setores de minerais não-metálicos e produtos metálicos o comportamento das firmas espanholas se assemelha mais ao padrão de indústrias dominadas por fornecedores do que intensivas em economias de escala.

Antes das conclusões do capítulo, cabe uma nota sobre a incipiência de estudos voltados para a identificação de regimes tecnológicos intersetoriais no Brasil. A escassez

de estatísticas talvez possa ser considerada um dos principais fatores de cerceamento deste tipo de iniciativa, até recentemente. Estudos como o de Sbraggia et al. (2002), preocupados com a tipologia de empresas inovadoras, não deixam de ser raros e se pautam em metodologia distinta em relação às padronizações anteriormente discutidas. Todavia, ainda que limitados por problemas estatísticos e amostrais, estes autores identificaram quatro tipos de empresas inovadoras no país, quais sejam: (a) capacitadas e inovadoras; (b) capacitadas, porém pouco inovadoras; (c) inovadoras, porém pouco capacitadas e; (d) pouco capacitadas e pouco inovadoras²³.

Nota-se uma baixa frequência de empresas classificadas na categoria (a), sendo a maioria delas empresas de pequeno porte, localizadas na região sudeste do país, controladas por capital privado nacional e atuantes nos setores ligados à indústria química. A predominância de fontes de acumulação de conhecimento voltadas para a aquisição de tecnologia incorporada resulta na concentração de empresas, dos diversos setores, nas categorias (c) e (d).

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 aqui apresentado. Contudo, as conclusões deste estudo 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 neste capítulo 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. Esta é a motivação para que o presente trabalho aplique, para o caso brasileiro, o instrumental teórico aqui apresentado, a fim de captar as peculiaridades setoriais de nossa indústria e melhor compreender sua inserção no Sistema Nacional de Inovações Brasileiro.

²³ A base de dados utilizada no estudo foi a sondagem promovida pela ANPEI (Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras).

CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL METODOLÓGICO

O objetivo deste capítulo é apresentar a metodologia usada na dissertação 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, trajetórias tecnológicas, resultados inovativos e traços estruturais 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 seção três. Antes desta, duas outras seções são apresentadas. A primeira expõe a base de dados empregada (PINTEC 2000) e suas características gerais. A segunda explicita como foram construídas as variáveis que compõem o estudo.

2.1 A Base de Dados: PINTEC 2000

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, o que confere a credibilidade e comparabilidade de seus dados. A abrangência temporal contempla o triênio 1998-2000 e os principais 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 preocupação em adaptar a metodologia internacional de investigação da inovação à características específicas de um país de industrialização tardia permeou a construção desta base de dados, proporcionando que o fenômeno da mudança tecnológica pudesse ser entendido de uma forma mais ampla. A própria concepção das atividades de P&D teve que ser repensada, pois, conforme assinalam Bastos et al. (2004: 469):

“(...) Segundo o Manual Frascati, P&D engloba três grandes atividades: pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental. Para a aplicação de tais definições à experiência empresarial brasileira, deve-se esperar que a pesquisa básica seja praticamente inexistente e a pesquisa aplicada muito limitada. A atividade de P&D no Brasil estaria, então,

essencialmente ligada ao desenvolvimento experimental, que consiste no trabalho sistemático de aplicação do acervo de conhecimento da empresa através da pesquisa e da experiência prática no desenvolvimento de produtos e/ou processos específicos”.

Tal argumentação vai ao encontro da discussão relacionada ao processo inovativo na América Latina e no Brasil. Nestas localidades, as estruturas industriais estariam marcadas pela imaturidade das interações inerentes aos sistemas nacionais (ou locais) de inovação; pela preferência das empresas, sobretudo as multinacionais, de adquirir tecnologias produzidas externamente ou; ainda, pelo grande esforço despendido na aquisição de bens de capital que, em boa parte dos casos, constitui a única atividade praticada em prol da inovação (Britto, 2004; Cassiolato e Szapiro, 2003).

Pode-se dizer que a pesquisa também contempla o entendimento do processo inovativo em sua completude, pois, tal como postulam Mansfield e Rapoport (1975), o esforço para se produzir uma inovação vai desde as etapas de concepção de um novo produto ou processo até os trabalhos de introdução comercial dos mesmos no mercado. Assim, a pesquisa acerta por não limitar o esforço inovativo às atividades de P&D, reconhecendo também a importância da aquisição de tecnologia incorporada, das etapas de treinamento, *marketing*, dentre outras. O levantamento também não se restringe apenas aos esforços lançados para a obtenção de inovações (insumos), fornecendo informações, também, acerca dos resultados inovativos atingidos (produtos).

Na PINTEC 2000, 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). A amplitude da representação setorial vai de 22 empresas no setor com menos indústrias ('Fabricação de Celulose e Outras Pastas') a 9.491 no setor com maior representação ('Fabricação de Produtos Alimentícios').

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 se justifica por dois motivos. O primeiro diz respeito à garantia do sigilo das informações fornecidas, que poderia ser violado caso o grau de desagregação fosse maior. O segundo remete à significância estatística das informações setoriais. Considerando-se que a inovação pode ser interpretada como um fenômeno raro, é necessário que cada estrato possua um número razoável de representantes de tal forma a permitir uma confiabilidade estatística mínima. O Quadro AA1, exibido no Anexo A, apresenta o recorte setorial adotado no trabalho e os grupos CNAE reunidos para a formação do mesmo²⁴. Exibem-se também as abreviaturas atribuídas a cada setor, de forma a facilitar a exposição dos resultados no terceiro capítulo.

2.2 Definição das Variáveis

As variáveis utilizadas na dissertação 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. O uso do microdado então se fez necessário para que, com base nas perguntas do questionário, as variáveis pudessem ser construídas de acordo com as pretensões do estudo.

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 no capítulo seguinte. Um melhor entendimento do processo de construção das variáveis pode ser alcançado com o exame dos Anexos B e C que trazem, respectivamente, o questionário da PINTEC 2000 e o detalhamento metodológico da formação das variáveis.

²⁴ O presente estudo optou pela não-inclusão do setor de Reciclagem (Divisão CNAE 37). As justificativas dizem respeito ao fato de este ser um setor que se diferencia dos demais pela especificidade de insumos utilizados (em algumas vezes, materiais descartados). Ademais, o mesmo possui representação marginal na PINTEC 2000, de forma a não influenciar sobremaneira os resultados. A título de ilustração, cabe mencionar que o setor representa apenas 0,17% do total de empresas cobertas pela pesquisa, além de responder por apenas 0,03% da Receita Líquida de Vendas e 0,09% do total de pessoal ocupado na mesma.

MÓDULO 1: Fontes Usadas pelas Firmas 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 setor²⁵.

Fontes Internas:

- i) *P&D*: Entendido como a prática sistemática de atividades com a finalidade de aprimorar o conhecimento e possibilitar a criação e aperfeiçoamento de produtos ou processos. Inclui trabalhos de desenvolvimento de protótipos, plantas-piloto e *softwares* científica ou tecnologicamente modificados;
- ii) *D&E*: A variável “Projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição”, disponível na PINTEC, se aproxima bastante daquilo que é tratado na literatura internacional como D&E. Esta inclui: desenvolvimento de plantas e desenhos orientados para definição de procedimentos industriais, atividades visando melhorias técnicas e operacionais, projetos de implementação de inovações de produto ou processo, atividades de controle de qualidade, normalização, desenvolvimento de *softwares* etc.;
- iii) *Treinamento*: Voltado para o desenvolvimento de novos produtos/processos, incluindo a aquisição de serviços técnicos especializados;
- iv) *Marketing e Publicidade em Prol de Inovações*: Atividades relacionadas ao lançamento de produtos novos, ou tecnologicamente modificados, no mercado;

Fontes Externas:

- v) *P&D externo*: Aquisição de atividades de P&D realizadas por outras corporações;
- vi) *Conhecimento externo*: Compra de licenças, patentes e afins, ou obtenção de outros conhecimentos técnico-científicos gerados por outras entidades;
- vii) *Máquinas e Equipamentos*: Aquisições voltadas para aperfeiçoamento de produtos ou processos;

²⁵ 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).

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 aprendizado 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, por exemplo, os contactos com outras empresas do grupo, fornecedores (de máquinas/equipamentos, materiais, componentes ou *softwares*), clientes, consumidores, concorrentes ou outro tipo de empresas. Compreende também as empresas que consideraram importante a participação em feiras e exposições para o desenvolvimento de inovações²⁶;
- 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 certificações ou outro tipo de entidade que transmita conhecimentos com um certo grau de codificação;

Formas de Aprendizado:

- x) *Pesquisa*: Atividades internas à firma como departamentos de P&D ou assemelhados;
- xi) *Interação*: Participação em redes de informação interfirmas de diversos tipos;
- xii) *Subcontratação*: Firmas de consultoria ou consultores independentes que auxiliem no desenvolvimento de inovações;
- xiii) *Interação com Universidades ou Centros de Pesquisa*: Absorção e troca de conhecimento com este tipo de instituição com vistas a aprimorar o conhecimento dominado pelas firmas e/ou melhorar o desempenho inovativo das mesmas;

²⁶ Tais interações não deveriam incluir transmissão codificada de conhecimento.

MÓDULO 3:Foco da Trajetória Tecnológica:

A exemplo do módulo anterior, as variáveis deste módulo foram elaboradas levando em conta a razão entre o número de empresas do setor que atribuíram alta relevância para alguma das diversas finalidades das inovações, sobre o total de empresas do mesmo. Os seguintes focos da inovação foram considerados:

- xiv) *Redução de Custos*: Quando o foco da trajetória tecnológica é a redução dos custos do trabalho, ou do consumo de matérias-primas e energia elétrica;
- xv) *Melhoria de Produtos*: O foco da atividade tecnológica da empresa está voltado para o aprimoramento da qualidade dos produtos ofertados, ou ainda, o aumento da gama de produtos comercializados;
- xvi) *Redução de Custos e Melhoria de Produtos (Foco Misto)*: O foco das atividades inovativas engloba ambas as modalidades anteriores;
- xvii) *Mudança na Dimensão da Produção*: Trata-se dos casos onde o foco das trajetórias é determinado por aumentos na capacidade produtiva;
- xviii) *Flexibilização da Produção*: O objetivo da empresa é diversificar as formas de produção de modo a manter a viabilidade da mesma sob diversas circunstâncias;
- xix) *Abertura de Novos Mercados*: As atividades tecnológicas estão voltadas para a atuação em novos segmentos mercadológicos;
- xx) *Especialização em Demandas de Clientes*: A trajetória tecnológica esta centrada na adequação à exigências específicas impostas por clientes;
- xxi) *Redução do Impacto sobre o Meio Ambiente*: A meta das atividades inovativas é controlar aspectos ligados à saúde e segurança, além de diminuir a agressão ao ambiente;
- xxii) *Enquadramento em Disposições Regulatórias*: As trajetórias tecnológicas mais importantes são aquelas que auxiliam na adaptação à normas reguladoras no país ou no exterior;

MÓDULO 4: Tipos de Resultados Inovadores Obtidos:

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.

- xxiii) *Inovação de Produto e/ou Processos*: Sejam eles novos para a empresa ou para o mercado;
- xxiv) *Inovação Radical*: Considerou-se empresas que introduziram produto ou processo tecnologicamente novo ou significativamente aprimorado para o mercado nacional, comercializando sua produção inovada no Brasil ou no exterior. Além disso, inclui as empresas que depositaram patentes no exterior²⁷;
- xxv) *Inovação Incremental*: O produto ou processo tecnologicamente novo ou significativamente aprimorado é novo para a empresa, mas já existe no mercado nacional. Inclui também as empresas que requereram depósito de patente apenas no Brasil;
- xxvi) *Firma Patentadora*: Depositária no país ou no exterior;
- xxvii) *Firma Altamente Inovadora*: Seguindo a classificação de Archibugi et al. (1991), inclui empresas que trabalharam em pelo menos um projeto interno de inovação e, além disso, inovaram em produto e/ou processo, sendo pelo menos um destes tecnologicamente novo para o mercado nacional;

MÓDULO 5: Variáveis de Estrutura e Desempenho:

Este módulo considera um conjunto de informações relativas às características estruturais dos setores, bem como indicações do desempenho das empresas dos mesmos. As seguintes variáveis foram consideradas:

²⁷ Acredita-se que este último critério seja aplicado para inovações de fato relevantes, justificando sua utilização.

- xxviii) *Tamanho Médio*: Calculado a partir do total de pessoas ocupadas em cada empresa²⁸;
- xxix) *Tamanho Mínimo Eficiente*: Este indicador tenta captar a escala ótima de produção do setor, ou seja, o tamanho mínimo a permitir que uma firma de determinada indústria possa operar aos custos médios mínimos. Ainda que sujeita à imprecisões, esta dimensão é aproximada pelo cálculo da mediana de Florence²⁹, conforme sugestão de Jaumandreu et al. (1989).
- xxx) *Concentração de Mercado das 4 líderes de cada Setor (CR4)*: É a representação percentual da fatia de mercado abarcada pelas 4 maiores empresas de cada setor. Assume-se que quanto maior o CR4, maior a concentração de mercado³⁰;
- xxxi) *Origem do Capital Controlador*: Propensão definida como o quociente entre o número de empresas do setor que se declaram controladas por capital estrangeiro sobre o total de empresas do setor³¹;
- xxxii) *Propensão a Exportar*: Define-se como a probabilidade de a empresa de um dado setor ser exportadora (quociente entre o total de empresas que exportaram e o total de empresas do setor);

O Quadro 2.1 a seguir apresenta um sumário das variáveis a serem trabalhadas neste estudo por meio da análise de *clusters*, delineando suas principais características e a forma como as mesmas foram construídas.

²⁸ Estudos como o de Scherer (1984) utilizam as informações de vendas para captar a dimensão setorial. Contudo, o presente trabalho optou por trabalhar com as informações de pessoal ocupado, sendo tal recurso metodológico referendado por trabalhos como o de Pavitt (1984) e Archibugi et al. (1991).

²⁹ O cálculo da Mediana de Florence é obtido a partir dos seguintes procedimentos: As firmas de cada setor são dispostas por ordem crescente de tamanho. Calcula-se a mediana do tamanho do setor e observa-se, na frequência acumulada, qual firma está mais próxima desta. Tal medida tem a vantagem de ser pouco sensível a valores extremos da distribuição (Sabóia, 1999).

³⁰ Por convenção, admite-se que um mercado é muito concentrado quando o CR4 é superior a 50%. Todavia, um CR4 superior a 25% já denota concentração razoável.

³¹ Argumenta-se que no caso das empresas multinacionais, em geral, as atividades de pesquisa mais emblemáticas são predominantemente conduzidas nos países-sede. Aos departamentos localizados nos países hospedeiros caberiam os esforços de adaptação destas tecnologias às expectativas da demanda local, o que certamente não gera retornos inovativos muito dinâmicos (Patel e Pavitt, 1995: 37-38; Araújo, 2004). O importante espaço ocupado por este tipo de empresa na indústria brasileira justifica a inclusão desta variável no estudo.

Quadro 2.1: Lista de Variáveis

| Módulo | Descrição | Forma de construção |
|--|---|---|
| Módulo 1: Fonte de Inovação | <p><i>Fontes Internas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> * P&D: Gastos com o aprimoramento do conhecimento e o desenvolvimento de inovações de produto e/ou processo; * D&E: Dispendios com projetos e outras preparações técnicas para a produção e distribuição; * Treinamento: Recursos destinados à capacitação de pessoal visando o desenvolvimento de inovações; * <i>Marketing</i>: Despesas com o lançamento de inovações no mercado; <p><i>Fontes Externas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> * P&D externo: Dispendio com atividades de busca por conhecimento desenvolvido por outras empresas; * Conhecimento Externo: Gastos com Patentes, Licenças e outros serviços que assegurem o aprimoramento técnico-científico; * Máquinas e Equipamentos: Bens com tecnologia incorporada que contribuam para as inovações da empresa. | * Intensidade (Gastos / Rec. Líq. de Vendas) |
| Módulo 2: Tipo de Conhecimento e Formas de Aprendizagem | <p><i>Tipo de Conhecimento:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> * Conhecimento Tácito: A firma assinala que as competências altamente relevantes para adquirir/acumular conhecimento derivam de relacionamentos interpessoais; * Conhecimento Codificado: Aprendizado assimilado a partir do contacto com entidades que transmitam conhecimento com certo grau de codificação; <p><i>Formas de Aprendizado:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> * Interação: Participação em redes de relação interfirmas; * Sub-contratação: Assimilação de conhecimentos a partir de relacionamentos com consultores; * Interação com Universidades e Centros de Pesquisa: relacionamento com entidades dedicadas ao desenvolvimento de pesquisa básica e aplicada; | * Propensão (Firmas que atribuem alta relevância / Total de firmas do setor); |
| Módulo 3: Foco das Trajetórias Tecnológicas | <ul style="list-style-type: none"> * Redução de Custos: Atividades tecnológicas visam a redução dos custos do trabalho ou o consumo de matéria-prima e energia; * Melhoria de Produtos: foco no aprimoramento da qualidade ou aumento na gama de produtos ofertados; * Foco Misto: Enquadramento simultâneo nas duas modalidades anteriores; * Mudança na Dimensão da Produção: Práticas inovativas com vistas a aumentar a capacidade produtiva; * Flexibilização da Produção: Foco da empresa é diversificar as maneiras de se produzir; * Abertura de Novos Mercados: Trajetória Tecnológica enfocada na atuação em novos segmentos mercadológicos; * Especialização em Demandas de Clientes: adequação à exigências específicas de clientes; * Redução do Impacto sobre o Meio Ambiente: Atividades tecnológicas voltadas ao propósito de aprimorar as condições de saúde e segurança, também diminuindo os danos sobre o meio ambiente; * Enquadramento em Disposições Regulatórias: Busca por Inovações que se enquadre em normas regulatórias no país ou no exterior. | * Propensão (Firmas que atribuem alta relevância / Total de firmas do setor); |

(continua...)

Fonte: Elaboração Própria a partir da PINTEC 2000 (IBGE, 2002).

Quadro 2.1: Lista de variáveis (continuação)

| Módulo | Descrição | Forma de construção |
|--|--|---|
| Módulo 4: Tipos de Resultado | * Inovação em Produto/Processo: Novos para a firma ou para o mercado nacional; * Inovação Radical: Inovações em produto ou processo consideradas novas para o mercado nacional e comercializadas no país ou no exterior. Além disso, considera-se as firmas que inovaram e patentearam a descoberta no exterior; * Inovação Incremental: Inovações em produto ou processo consideradas novas para a firma, mas já existentes no mercado nacional. Inclui também as inovações que redundaram em patentes no país; * Patentes: Registradas no país ou no exterior; * Firms Altamente Inovadoras: Inovadoras em produto e/ou processo sendo pelo menos um deles novo para o mercado nacional. Além disso, a firma deve possuir pelo menos uma fonte interna de desenvolvimento tecnológico. | * Propensão (Firmas que cumprem o requisito / Total de Firmas do setor) |
| Módulo 5: Estrutura e Desempenho | * Tamanho: medido pelo total de pessoas ocupadas; * Tamanho Mínimo eficiente: dimensão mínima que possibilita a firma operar aos custos médios mínimos; * CR4: Fatia de mercado detida pelas quatro empresas líderes de cada setor; * Origem do Capital Controlador; * Propensão a Exportar. | * Média; * Mediana de Florence; * Participação Percentual; * Propensão (Firmas que se declaram controladas por Capital Estrangeiro / Total de Firmas do setor) * Propensão (Firmas que exportaram no ano de referência / Total de firmas do setor). |

Fonte: Elaboração Própria a partir da PINTEC 2000 (IBGE, 2002).

2.3 A Análise de *Clusters*

As técnicas de análise multivariada (ou análise de fatores) 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. Um conjunto multivariado é constituído de n indivíduos e p variáveis, de maneira a permitir a construção de uma matriz de dados $n \times p$ (Manly, 1986).

A análise de *clusters* é uma das técnicas de análise de fatores, 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*.

Na prática, a técnica é utilizada seguindo-se as seguintes etapas. Primeiramente, escolhe-se uma medida de similaridade entre os indivíduos. Na seqüência, uma das diversas técnicas de análise de *clusters* é escolhida, possibilitando que seja tomada a decisão em relação ao número de agrupamentos a serem trabalhados. Este número, por seu turno, depende do grau de distância com o qual se deseja estipular os resultados. A uma distância mínima, cada observação constitui um *cluster* isolado. Na medida em que a distância considerada na análise vai aumentando, as observações individuais vão se agrupando até que, numa distância máxima, todas os indivíduos constituem um único *cluster* (Sharma, 1996: 187).

Neste estudo, a medida de similaridade usada foi a distância euclidiana quadrática, definida por:

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

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

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

p = número de variáveis.

Obviamente, quanto mais similares os objetos, menor a distância euclidiana quadrática entre eles e vice-versa (idem, p. 187-188).

Uma primeira técnica de construção de análises de *clusters* é a técnica hierárquica. Nela, é possível agrupar todas as observações da amostra ou universo, a princípio, duas a duas, levando-se em conta a distância euclidiana quadrática ou outra medida de similaridade. Cada par inicial pode ser interpretado como um *cluster* sendo que, no passo seguinte, estes clusters podem ser reagrupados, novamente considerando-se uma medida de similaridade. Nos clusters hierárquicos, estes agrupamentos são determinados aleatoriamente.

Vários métodos possibilitam a formação de *clusters* usando a técnica hierárquica. Dentre eles:

- (a) Método dos centróides: cada grupo é interpretado a partir de uma média chamada de centróide. Os centróides são agrupados aleatoriamente, formando uma sucessão de *clusters* até que, no limite, todas as observações compõem um único cluster. Em cada estágio de formação destes *clusters*, o número de agrupamentos é dado por $t-1$, sendo t o número de grupos do estágio anterior. Os vários estágios, quando

representados graficamente, compõem o que pode ser chamado de dendrograma ou árvore;

- (b) Método da ligação única ou vizinhança mais próxima (*Single-Linkage* ou *Nearest-Neighbor Method*): ao contrário do método dos centróides, onde a distância entre dois *clusters* é obtida considerando-se o afastamento entre os dois centróides, neste método, a distância entre dois *clusters* é representada pela distância mínima de todos os possíveis pares de elementos nos dois agrupamentos;
- (c) Método da ligação completa ou vizinhança mais distante (*Complete-Linkage* or *Farthest-Neighbor Methods*): a distância entre dois *clusters* é definida como a distância máxima entre todos os possíveis pares de observações dos mesmos;
- (d) Método da Ligação Média (*Average-Linkage Method*): neste método, a distância entre dois *clusters* é obtida tomando-se a distância média de todos os pares de indivíduos que compõem o agrupamento;
- (e) Método de Ward: este método não contabiliza as distâncias entre *clusters* e os forma maximizando a homogeneidade interna dos grupos, que, por sua vez, é construída pela soma dos quadrados dos resíduos entre duas observações (Sharma, 1996: 188-193).

Quanto à análise de *clusters* não-hierárquica, em contraposição à técnica hierárquica, a quantidade de agrupamentos a ser trabalhada é definida *a priori*. Os vários algoritmos relacionados à técnica não-hierárquica diferem no método usado para a obtenção dos centróides ou sementes iniciais e na regra usada para reposicionar as observações. No algoritmo escolhido no presente trabalho, as k^{32} primeiras observações são escolhidas como centróides e, no passo seguinte, sucessivas iterações reordenam as observações, objetivando a convergência, que é obtida com a minimização da distância euclidiana quadrática interna ao *cluster*. Não necessariamente estas k primeiras observações estarão em *clusters* distintos, pois as mesmas também estão sujeitas a se posicionar em outro grupo no decorrer das iterações (idem, p. 203).

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

³² k é o número de *clusters* definido pelo pesquisador.

posterior da análise. Os dois procedimentos podem, então, serem interpretados como complementares e não concorrentes.

As quantidades de partições propostas pelo método hierárquico foram assumidas como pistas iniciais para o número de agrupamentos a serem trabalhados no método não-hierárquico. Estimou-se, primeiramente, a análise de *clusters* pelo método hierárquico que proporciona uma variedade de “troncos” principais em torno dos quais as observações são agrupadas. A quantidade de troncos variava de acordo com o método de análise das distâncias (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-quadrado* total e *R-quadrados* parciais:

$$R - \text{quadrado} = \frac{SS_b}{SS_t}, \text{ onde:}$$

SS_b transmite informações a respeito das diferenças entre (*between*) os grupos e $SS_t = SS_b + SS_w$, com SS_w provendo informações acerca das similaridades das observações internas (*within*) os *clusters*³³. O valor desta estatística varia entre 0, quando não há qualquer diferença entre os grupos, e 1, quando a heterogeneidade entre os *clusters* for máxima. Por conseqüência, para um dado conjunto de dados, quanto maior a diferença entre os grupos, mais homogêneo internamente pode ser considerado um *cluster* (Sharma, 1996: 41). Desta forma, esta estatística capta bem

³³ Algebricamente, SS_b e SS_w são definidos como: $SS_j = \sum_{g=1}^G n_g (\bar{x}_{jg} - \bar{x}_j)^2$ $j = 1, \dots, p$, onde SS_j é a soma dos quadrados entre os grupos para a variável j ; n_g é o número de observações no grupo g ; \bar{x}_{jg} é a média da j -ésima variável no g -ésimo grupo; \bar{x}_j é a média da j -ésima variável para o cômputo geral dos dados e; G é o número de grupos.

as duas características desejáveis de um *cluster*: possuir elementos os mais homogêneos possíveis, ao mesmo tempo em que se distinguem (ou se afastam) de outros *clusters*.

- Raiz-quadrada-média do desvio-padrão da amostra ou universo (RMSSTD, do inglês: *root-mean-square total-sample standard deviation*):

$$RMSSTD = \sqrt{\frac{(n-1) \sum_{j=1}^p \hat{s}_j^2}{p(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^p \hat{s}_j^2}{p}}, \text{ onde:}$$

\hat{s} é o desvio-padrão interno aos *clusters* das j variáveis, p é o total de variáveis ($\sum j$) e n é o total de indivíduos da amostra. Quanto menor o resultado desta estatística, mais homogêneo é o *cluster*. Os valores assumidos dependem, contudo, da escala das variáveis envolvidas (idem, 1996: 197-198).

Também de acordo com Sharma (1996: 202), quando se trabalha com *clusters* não-hierárquicos e não se tem certeza sobre a quantidade de agrupamentos a ser definida anteriormente, uma saída prática consiste na avaliação das estatísticas descritivas obtidas, julgando-se quantos agrupamentos asseguram o ajuste mais equilibrado³⁴.

Na presente dissertação, o instrumental analítico aqui descrito foi aplicado a partir do pacote estatístico computacional “*The SAS System*”.

³⁴ O mesmo autor adverte que se deve ter em mente, também, a consistência teórica dos resultados obtidos. Às vezes, os ganhos obtidos com a melhora no ajuste da análise (aumento no *R-quadrado*) não compensam a complexidade teórica resultante do aumento ou diminuição no número de agrupamentos.

CAPÍTULO 3: 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 (Ruiz, 2000).

A existência de diferenças intersetoriais nos ritmos da mudança técnica pode ser considerada um fato estilizado na ciência econômica, passível de ser diagnosticado tanto por meio de estatísticas de insumo quanto por estatísticas de resultados inovativos. As explicações para estas particularidades intersetoriais remetem às diferenças na própria natureza produtiva e tecnológica observada entre os setores. A Tabela 3.1 apresenta informações gerais sobre o desempenho inovativo dos setores industriais brasileiros baseadas em balanços, intensidades e propensões a inovar. Para facilitar a interpretação da tabela, os setores foram divididos por intensidade tecnológica (IT) de acordo com a tipologia proposta pela OECD. Os dados apontam que, também no caso brasileiro, os setores industriais demonstram dissimilaridades, tanto na destinação de recursos para inovar quanto na probabilidade de obter resultados inovadores.

Ainda que se notem algumas exceções, pode-se dizer que, em grande medida, os indicadores de inovação vão se tornando mais emblemáticos na medida em que aumenta a intensidade tecnológica. Nos setores de menor intensidade, tanto os indicadores de insumos como os de resultados estão abaixo da média nacional. A autonomia tecnológica – construída a partir do quociente entre os gastos com esforços internos e os gastos com atividades externas de inovação –, é baixa, o que denota que os últimos superam os primeiros. Tal informação traz a reboque a constatação de que o balanço entre empresas que utilizam fontes internas e externas é predominantemente inferior a 1, ratificando a importância das fontes externas na inovação destes setores. As inovações mais frequentes

Tabela 3.1:
Indicadores Tecnológicos: Recursos e Resultados Inovativos Observados entre os Setores Industriais Brasileiros por Intensidade Tecnológica (IT), 2000.

| IT | Setores | Recursos | | | | | | Resultados | | | | | | | |
|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|--|--------------|------------------------------------|-------------|---|--------------|---|-------------|--|-------------|---|----------|
| | | Propensão a Destinar Rec. p/ Inovar | | Intensidade dos Custos Tot. de Inovação ¹ | | Autonomia Tecnológica ² | | Balança ⁴ Empresas que Usam Fontes Internas/Externas | | Propensão a Obter Result. Inovativos ³ | | Balança ⁴ Empresas que Obtêm Inov. Produto/Processo | | Balança ⁴ Empresas que Obtêm Inov. Radical/Incrém. | |
| | | % | Brasil=1 | % | Brasil=1 | % | Brasil=1 | % | Brasil=1 | % | Brasil=1 | % | Brasil=1 | % | Brasil=1 |
| Baixa | Indústria Extrativa | 16,54 | 0,57 | 1,47 | 0,38 | 28,12 | 0,71 | 0,35 | 0,50 | 17,49 | 0,55 | 0,32 | 0,46 | 0,37 | 0,63 |
| | Fabric. Prod. Alimentícios | 24,47 | 0,84 | 2,34 | 0,61 | 39,62 | 1,00 | 0,67 | 0,96 | 29,33 | 0,92 | 0,67 | 0,96 | 0,59 | 1,01 |
| | Fabric. Bebidas | 28,14 | 0,96 | 1,12 | 0,29 | 19,40 | 0,49 | 0,46 | 0,66 | 33,36 | 1,04 | 0,52 | 0,75 | 0,47 | 0,79 |
| | Fabric. Prod. Fumo | 19,77 | 0,68 | 1,14 | 0,30 | 65,18 | 1,64 | 1,80 | 2,56 | 34,79 | 1,09 | 1,63 | 2,33 | 0,79 | 1,34 |
| | Fabric. Prod. Têxteis | 29,93 | 1,02 | 3,64 | 0,95 | 20,52 | 0,52 | 0,66 | 0,94 | 31,88 | 1,00 | 0,72 | 1,03 | 0,61 | 1,03 |
| | Confec. Art. Vestuário/Acess. | 19,96 | 0,68 | 2,09 | 0,54 | 35,53 | 0,89 | 0,17 | 0,24 | 26,22 | 0,82 | 0,55 | 0,79 | 0,46 | 0,79 |
| | Couros, Artec. Couro e Calçados | 30,01 | 1,03 | 1,77 | 0,46 | 52,35 | 1,32 | 0,75 | 1,07 | 33,64 | 1,05 | 0,63 | 0,90 | 0,52 | 0,88 |
| | Fabric. Prod. Madeira | 13,88 | 0,47 | 5,21 | 1,36 | 18,17 | 0,46 | 0,37 | 0,52 | 14,27 | 0,45 | 0,54 | 0,77 | 0,51 | 0,87 |
| | Edição, Impres. e Gravações | 29,07 | 0,99 | 3,30 | 0,86 | 14,36 | 0,36 | 0,11 | 0,16 | 33,09 | 1,04 | 0,27 | 0,39 | 0,31 | 0,53 |
| | Média | 23,01 | 0,79 | 2,50 | 0,65 | 31,63 | 0,80 | 0,42 | 0,60 | 27,03 | 0,85 | 0,56 | 0,80 | 0,50 | 0,86 |
| Média-Baixa | Fabric. Celulose e out. Pastas | 47,15 | 1,61 | 4,85 | 1,26 | 15,86 | 0,40 | 3,65 | 5,19 | 51,78 | 1,62 | 0,70 | 1,00 | 0,90 | 1,53 |
| | Fabric. Papel, Emb. e Artec. Papel | 31,15 | 1,07 | 3,67 | 0,96 | 22,54 | 0,57 | 0,60 | 0,85 | 25,32 | 0,79 | 0,51 | 0,73 | 0,51 | 0,87 |
| | Coque, Comb. Nucleares e Álcool | 36,08 | 1,23 | 1,35 | 0,35 | 16,73 | 0,42 | 0,66 | 0,94 | 31,91 | 1,00 | 0,44 | 0,64 | 0,33 | 0,57 |
| | Refino do Petróleo | 33,09 | 1,13 | 1,42 | 0,37 | 79,29 | 2,00 | 1,45 | 2,06 | 39,41 | 1,23 | 1,07 | 1,54 | 1,02 | 1,73 |
| | Fabric. Prod. Min. Não-Metálicos | 19,58 | 0,67 | 4,88 | 1,27 | 19,36 | 0,49 | 0,39 | 0,55 | 21,13 | 0,66 | 0,53 | 0,76 | 0,51 | 0,87 |
| | Produtos Siderúrgicos | 20,72 | 0,71 | 8,02 | 2,09 | 29,79 | 0,75 | 1,30 | 1,85 | 19,66 | 0,62 | 0,46 | 0,67 | 0,51 | 0,87 |
| | Metalurg. Não-Ferrosos/Fundição | 31,12 | 1,06 | 2,63 | 0,68 | 43,15 | 1,09 | 0,63 | 0,90 | 36,19 | 1,13 | 0,76 | 1,09 | 0,54 | 0,91 |
| | Fabric. Prod. de Metal | 32,35 | 1,11 | 3,50 | 0,91 | 35,03 | 0,88 | 0,43 | 0,62 | 33,40 | 1,05 | 0,51 | 0,73 | 0,45 | 0,76 |
| | Fabric. de Artigos do Mobiliário | 34,98 | 1,20 | 3,26 | 0,85 | 27,27 | 0,69 | 0,59 | 0,83 | 36,19 | 1,13 | 0,74 | 1,06 | 0,60 | 1,02 |
| | Fabric. Produtos Diversos | 30,95 | 1,06 | 4,32 | 1,13 | 38,41 | 0,97 | 0,70 | 0,99 | 30,21 | 0,95 | 0,62 | 0,89 | 0,56 | 0,95 |
| Média | 28,78 | 0,98 | 3,22 | 0,84 | 33,95 | 0,85 | 0,55 | 0,79 | 29,53 | 0,93 | 0,59 | 0,85 | 0,52 | 0,89 | |
| Média-Alta | Fabric. Produtos Químicos | 47,24 | 1,62 | 3,69 | 0,96 | 39,64 | 1,00 | 2,53 | 3,59 | 48,09 | 1,51 | 1,29 | 1,85 | 0,89 | 1,51 |
| | Fabric. Art. Borracha e Plástico | 36,88 | 1,26 | 4,53 | 1,18 | 21,40 | 0,54 | 0,77 | 1,09 | 40,79 | 1,28 | 0,67 | 0,97 | 0,61 | 1,04 |
| | Fabric. Máq. e Equipamentos | 43,53 | 1,49 | 4,14 | 1,08 | 46,95 | 1,18 | 2,10 | 2,98 | 45,82 | 1,44 | 1,19 | 1,70 | 0,75 | 1,28 |
| | Fabric. Máq., Apar. e Mat. Elétrico | 48,05 | 1,64 | 5,77 | 1,50 | 49,11 | 1,24 | 1,78 | 2,53 | 51,35 | 1,61 | 1,03 | 1,48 | 0,78 | 1,33 |
| | Automotiva (exceto peças/acess.) | 27,21 | 0,93 | 7,40 | 1,93 | 53,21 | 1,34 | 0,75 | 1,06 | 26,45 | 0,83 | 1,11 | 1,59 | 0,65 | 1,11 |
| | Fabric. Peças/Acess. p/ Veículos | 43,61 | 1,49 | 6,54 | 1,70 | 26,74 | 0,67 | 1,04 | 1,48 | 46,16 | 1,45 | 0,63 | 0,91 | 0,64 | 1,09 |
| | Fabric. Out. Equip. de Transporte | 41,14 | 1,41 | 5,89 | 1,54 | 69,26 | 1,74 | 2,50 | 3,56 | 44,00 | 1,38 | 2,48 | 3,56 | 0,94 | 1,60 |
| | Média | 41,62 | 1,42 | 4,54 | 1,18 | 43,64 | 1,10 | 1,48 | 2,11 | 44,09 | 1,38 | 0,99 | 1,41 | 0,74 | 1,25 |
| Alta | Fabric. Produtos Farmacêuticos | 52,68 | 1,80 | 5,67 | 1,48 | 54,82 | 1,38 | 2,24 | 3,18 | 47,02 | 1,47 | 0,98 | 1,41 | 0,81 | 1,38 |
| | Máq. Escritório/Equip. Informát. | 67,81 | 2,32 | 3,11 | 0,81 | 58,70 | 1,48 | 17,76 | 25,22 | 69,16 | 2,17 | 2,02 | 2,90 | 0,99 | 1,68 |
| | Fabric. Mat. Eletrôn. Básico | 58,18 | 1,99 | 3,98 | 1,04 | 28,84 | 0,73 | 2,76 | 3,93 | 63,55 | 1,99 | 1,40 | 2,01 | 0,93 | 1,58 |
| | Fabric. Apar. Equip. Comunicação | 62,45 | 2,14 | 4,97 | 1,30 | 50,61 | 1,27 | 2,33 | 3,31 | 63,39 | 1,99 | 1,27 | 1,82 | 0,92 | 1,57 |
| | Instr. Méd.-hosp., Precisão/Ópticos | 54,31 | 1,86 | 5,04 | 1,31 | 55,68 | 1,40 | 1,42 | 2,01 | 59,22 | 1,86 | 1,17 | 1,68 | 0,79 | 1,35 |
| | Média | 56,71 | 1,94 | 4,79 | 1,25 | 52,09 | 1,31 | 2,19 | 3,13 | 57,84 | 1,81 | 1,23 | 1,76 | 0,86 | 1,45 |
| BRASIL | 29,22 | 1,00 | 3,84 | 1,00 | 39,73 | 1,00 | 0,70 | 1,00 | 31,92 | 1,00 | 0,70 | 1,00 | 0,59 | 1,00 | |

Fonte: IBGE - PINTEC 2000. Elaboração Própria.

Notas: (1) Intensidade dos CTIs = Soma de todos os Dispendios Dedicados à Inovação / Receita Líquida de Vendas; (2) Autonomia Tecnológica = Soma dos Dispendios Internos / Soma dos Dispendios Externos Dedicados à Obtenção de Inovações; (3) Inclui inovações em produto, processos, sistemas ou registro de patentes; (4) Balanços definidos como o quociente entre as empresas que cumprem determinado requisito e o total de empresas do setor.

são de processo, com caráter incremental (balanços inferiores a 1). A exceção mais notável é percebida no setor de ‘Fumo’ que, não raro, apresenta indicadores que superam não apenas a média dos setores de baixa intensidade tecnológica, mas também a média nacional.³⁵

Nos setores considerados de média intensidade tecnológica, os indicadores, sejam de insumos ou de resultados, se encontram bem próximos da média nacional. Interessante notar a existência de um descompasso entre a autonomia tecnológica e o balanço entre fontes internas e externas para alguns setores como o de ‘Fabricação de Celulose e Outras Pastas’, de ‘Peças e Acessórios para Veículos’ e de ‘Siderurgia’. Neles, embora a autonomia tecnológica esteja abaixo da média nacional, o balanço entre firmas que utilizam fontes internas e externas supera a mesma, o que pode ser um indício de que, ainda que frequentes, os esforços internos para inovar não são tão dispendiosos quanto os esforços externos. Ainda que a análise da tabela não seja suficiente para tal afirmação, é possível intuir que as atividades internas de pesquisa e aprendizado nestes setores estejam complementando as atividades de aquisição externa de tecnologia.

Os balanços entre inovações de produto e processo e inovações radicais e incrementais são razoavelmente equilibrados, a não ser no setor de ‘Outros Equipamentos de Transporte’ onde as inovações de produto superam sobremaneira as inovações de processo. A presença do setor de produção aeronáutica nesta agregação certamente tem influência neste resultado³⁶.

Por seu turno, os setores de alta intensidade tecnológica se destacam em comparação com a média nacional na maioria dos indicadores de insumos e resultados. Tal verificação pode ser considerada como uma primeira evidência de que, pelo menos nestes setores, a obtenção de resultados inovativos está estreitamente relacionada com a dedicação de recursos. Nesta categoria, destaca-se o setor de ‘Fabricação de Máquinas para Escritório e Equipamentos de Informática’, cujo desempenho inovativo encontra-se bem acima da média brasileira.

³⁵ O comportamento até certo ponto inesperado para esta indústria pode estar sendo influenciado pelo grande volume de pesquisas desenvolvidas pelas empresas do setor, comandadas por grandes conglomerados multinacionais, e 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.

³⁶ De fato, na classificação de intensidade tecnológica proposta pela OECD o setor de aeronáutica figura entre os setores de alta intensidade. A inclusão do segmento entre os setores de intensidade média-alta na Tabela 3.1 deveu-se à impossibilidade de desagregação setorial mais ampla, conforme explicitado no capítulo 2.

A partir desta análise introdutória, que deixa explícita a existência de especificidades nos processos da mudança tecnológica entre os setores industriais, constrói-se a motivação do estudo estatístico desenvolvido neste capítulo, baseado nos métodos de análise de *clusters* descritos no capítulo 2. Nas cinco seções subseqüentes serão apresentados os resultados dos *clusters* divididos por módulos, de acordo com o traço da mudança tecnológica que se pretendia pesquisar.

Respectivamente, as próximas cinco seções trazem o estudo das diferenças intersetoriais considerando-se as fontes de inovação, as formas de aprendizagem e tipos de conhecimento relevantes, o foco das trajetórias tecnológicas, os resultados inovativos e a estrutura/desempenho. Espera-se, assim, alcançar uma melhor compreensão das características do processo inovador em cada indústria, bem como captar quais são as variáveis mais importantes para explicar as distinções no desempenho inovador dos setores brasileiros. A sexta seção, apresentada na seqüência, visa sintetizar os principais resultados depreendidos da análise de *clusters*, confrontando-os com outras padronizações já estabelecidas na literatura.

3.1 Fontes de Inovação

Entende-se por fontes internas de inovação os esforços desempenhados dentro das firmas com a finalidade de inovar. O processo de inovação é externo quando as iniciativas que dão origem ao câmbio técnico são conduzidas em qualquer outra parte, sendo posteriormente adquiridas pela firma por meio de práticas de mercado ou à margem deste. A PINTEC 2000, utilizada como referencial empírico nesta dissertação, 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).

Estatísticas da análise de *clusters*, exibidas na Tabela 3.2, dão conta de que as variáveis mais representativas para explicar as diferenças intersetoriais relacionadas às fontes de inovação da indústria são as intensidades da aquisição de máquinas e equipamentos, de *marketing* e de P&D. Os *R-quadrados* das três variáveis foram de pelo menos 73%, reiterando a importância destes três elementos para explicar a variância intersetorial na origem dos processos inovadores.

Tabela 3.2:
Estatísticas Básicas da Análise de *Clusters* - Fontes de Inovação

| Variável | Desv. Pad. Total | Desv. Pad. Interior | Desvio Interno / Desvio Total | R-Quadrado |
|-----------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------|
| Int. P&D | 0,0063 | 0,0035 | 0,5575 | 0,7312 |
| Int. Máq./Equip. | 0,0123 | 0,0051 | 0,4133 | 0,8519 |
| Int. D&E | 0,0043 | 0,0030 | 0,6998 | 0,5748 |
| Int. P&D ext. | 0,0018 | 0,0016 | 0,8994 | 0,2970 |
| Int. Tecnol. Ext. | 0,0021 | 0,0017 | 0,7971 | 0,4475 |
| Int. Marketing | 0,0028 | 0,0016 | 0,5536 | 0,7358 |
| Int. Treinamento | 0,0007 | 0,0005 | 0,7267 | 0,5425 |
| Geral | 0,0057 | 0,0028 | 0,4947 | 0,7878 |
| RMSSTD: 0,0028 | | | | |

Fonte: Elaboração Própria.

De acordo com esta mesma estatística, a variável com menor poder de explicação da variabilidade entre os setores é a intensidade de P&D externo, cujo *R-quadrado* não passou de 30%. De qualquer maneira, a análise de *clusters* demonstrou um ajuste razoável, sendo que o conjunto das 7 variáveis relacionadas explica mais de 78% da variância anotada entre os setores neste módulo. Também o desvio-padrão das variáveis foi relativamente baixo, estando os desvios *intraclusters* sempre inferiores ao desvio total de cada variável.

A Tabela 3.3 exhibe 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 tradicionais³⁷ 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, 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).

³⁷ 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, Fundação e afins.

Tabela 3.3:
Análise de Clusters I– Fontes de Inovação Tecnológica*

| Cluster | Setores | Fontes Internas | | | | | | | | Fontes Externas | | | | | |
|----------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------------|---------------|--------------------|-------------|
| | | P&D | | D&E | | Treinamento | | Marketing** | | P&D Externo | | Aquis. Tecnol. Ext. | | Aquis. Máq./Equip. | |
| | | % | Brasil = 1 | % | Brasil = 1 | % | Brasil = 1 | % | Brasil = 1 | % | Brasil = 1 | % | Brasil = 1 | % | Brasil = 1 |
| 1 | Indústria Extrativa | 0,2274 | 0,35 | 0,1603 | 0,28 | 0,0174 | 0,24 | 0,0092 | 0,04 | 0,0527 | 0,49 | 0,0382 | 0,19 | 0,9680 | 0,48 |
| | Fabric. Prod. Alimentícios | 0,2483 | 0,39 | 0,3378 | 0,60 | 0,0401 | 0,56 | 0,2989 | 1,23 | 0,0357 | 0,33 | 0,0594 | 0,30 | 1,3149 | 0,66 |
| | Fabric. Bebidas | 0,0585 | 0,09 | 0,0933 | 0,16 | 0,0200 | 0,28 | 0,0458 | 0,19 | 0,0037 | 0,03 | 0,0328 | 0,16 | 0,8677 | 0,43 |
| | Fabric. Prod. Fumo | 0,6364 | 0,99 | 0,0633 | 0,11 | 0,0102 | 0,14 | 0,0329 | 0,13 | 0,0000 | 0,00 | 0,0031 | 0,02 | 0,3937 | 0,20 |
| | Confec. Art. Vestuário/Acess. | 0,2113 | 0,33 | 0,3114 | 0,55 | 0,0811 | 1,13 | 0,1371 | 0,56 | 0,0118 | 0,11 | 0,0526 | 0,26 | 1,2797 | 0,64 |
| | Couros, Artec. Couro e Calçados | 0,2890 | 0,45 | 0,1865 | 0,33 | 0,0493 | 0,69 | 0,4036 | 1,65 | 0,0295 | 0,27 | 0,0806 | 0,40 | 0,7349 | 0,37 |
| | Coque, Comb. Nucleares e Alcool | 0,0328 | 0,05 | 0,1635 | 0,29 | 0,0249 | 0,35 | 0,0050 | 0,02 | 0,0074 | 0,07 | 0,0360 | 0,18 | 1,0819 | 0,54 |
| | Refino do Petróleo | 0,9556 | 1,49 | 0,1350 | 0,24 | 0,0050 | 0,07 | 0,0229 | 0,09 | 0,1119 | 1,03 | 0,0578 | 0,29 | 0,1224 | 0,06 |
| | Metalurg. Não-Ferrosos/Fundição | 0,3296 | 0,51 | 0,7063 | 1,25 | 0,0786 | 1,10 | 0,0165 | 0,07 | 0,0570 | 0,53 | 0,0864 | 0,43 | 1,3467 | 0,67 |
| | Máq. Escritório/Equip. Informát. | 1,2996 | 2,02 | 0,2086 | 0,37 | 0,1462 | 2,04 | 0,1732 | 0,71 | 0,2192 | 2,02 | 0,2332 | 1,16 | 0,8335 | 0,42 |
| | Média Cluster | 0,4223 | 0,66 | 0,2677 | 0,47 | 0,0260 | 0,36 | 0,1762 | 0,72 | 0,0566 | 0,52 | 0,0635 | 0,32 | 0,9299 | 0,46 |
| 2 | Fabric. Prod. Têxteis | 0,2705 | 0,42 | 0,2856 | 0,50 | 0,0653 | 0,91 | 0,1266 | 0,52 | 0,0311 | 0,29 | 0,1472 | 0,73 | 2,7182 | 1,36 |
| | Fabric. Papel, Emb. e Artec. Papel | 0,3205 | 0,50 | 0,2277 | 0,40 | 0,0686 | 0,96 | 0,2113 | 0,87 | 0,0182 | 0,17 | 0,0251 | 0,12 | 2,8028 | 1,40 |
| | Edição, Impres. e Gravações | 0,0661 | 0,10 | 0,3256 | 0,58 | 0,0311 | 0,43 | 0,0508 | 0,21 | 0,0542 | 0,50 | 0,0582 | 0,29 | 2,7127 | 1,35 |
| | Fabric. Produtos Químicos | 0,6197 | 0,96 | 0,5772 | 1,02 | 0,0670 | 0,93 | 0,2002 | 0,82 | 0,0575 | 0,53 | 0,2422 | 1,21 | 1,9298 | 0,96 |
| | Fabric. Art. Borracha e Plástico | 0,4162 | 0,65 | 0,4097 | 0,72 | 0,0776 | 1,08 | 0,0650 | 0,27 | 0,1235 | 1,14 | 0,0683 | 0,34 | 3,3650 | 1,68 |
| | Fabric. Prod. Min. Não-Metálicos | 0,2968 | 0,46 | 0,4555 | 0,80 | 0,0877 | 1,22 | 0,1041 | 0,43 | 0,0713 | 0,66 | 0,4491 | 2,24 | 3,4117 | 1,70 |
| | Fabric. Prod. de Metal | 0,3518 | 0,55 | 0,4895 | 0,86 | 0,0911 | 1,27 | 0,2945 | 1,21 | 0,0765 | 0,71 | 0,1090 | 0,54 | 2,0902 | 1,04 |
| | Fabric. Máq. e Equipamentos | 1,1475 | 1,79 | 0,4145 | 0,73 | 0,1197 | 1,67 | 0,2606 | 1,07 | 0,0684 | 0,63 | 0,1075 | 0,54 | 2,0186 | 1,01 |
| | Fabric. Mat. Eletrôn. Básico | 0,6858 | 1,07 | 0,3496 | 0,62 | 0,0682 | 0,95 | 0,0442 | 0,18 | 0,5851 | 5,40 | 0,2080 | 1,04 | 2,0388 | 1,02 |
| | Fabric. de Artigos do Mobiliário | 0,2418 | 0,38 | 0,3712 | 0,66 | 0,0922 | 1,29 | 0,1831 | 0,75 | 0,0415 | 0,38 | 0,1693 | 0,84 | 2,1583 | 1,08 |
| | Fabric. Produtos Diversos | 0,5017 | 0,78 | 0,3468 | 0,61 | 0,0841 | 1,17 | 0,7276 | 2,98 | 0,0569 | 0,53 | 0,7011 | 3,50 | 1,9045 | 0,95 |
| Média Cluster | 0,5181 | 0,81 | 0,4173 | 0,74 | 0,0776 | 1,08 | 0,1856 | 0,76 | 0,0700 | 0,65 | 0,1796 | 0,90 | 2,4109 | 1,20 | |
| 3 | Fabric. Prod. Madeira | 0,1889 | 0,29 | 0,5403 | 0,95 | 0,1116 | 1,56 | 0,1060 | 0,43 | 0,0364 | 0,34 | 0,0649 | 0,32 | 4,1631 | 2,08 |
| | Fabric. Celulose e out. Pastas | 0,4920 | 0,77 | 0,2416 | 0,43 | 0,0358 | 0,50 | 0,0000 | 0,00 | 0,1272 | 1,17 | 0,0931 | 0,46 | 3,8623 | 1,93 |
| | Produtos Siderúrgicos | 0,4382 | 0,68 | 1,8710 | 3,30 | 0,0497 | 0,69 | 0,0311 | 0,13 | 0,0149 | 0,14 | 0,1986 | 0,99 | 5,4188 | 2,70 |
| | Fabric. Peças/Acess. p/ Veículos | 0,5478 | 0,85 | 0,9788 | 1,73 | 0,1252 | 1,75 | 0,0976 | 0,40 | 0,1304 | 1,20 | 0,2119 | 1,06 | 4,4513 | 2,22 |
| Média Cluster | 0,4454 | 0,69 | 1,3000 | 2,30 | 0,0802 | 1,12 | 0,0587 | 0,24 | 0,0624 | 0,58 | 0,1780 | 0,89 | 4,8390 | 2,42 | |
| 4 | Fabric. Produtos Farmacêuticos | 0,8272 | 1,29 | 0,9826 | 1,74 | 0,1139 | 1,59 | 1,1865 | 4,86 | 0,6547 | 6,05 | 0,2822 | 1,41 | 1,6260 | 0,81 |
| | Automotiva (exceto peças/acess.) | 1,0400 | 1,62 | 1,8522 | 3,27 | 0,0535 | 0,75 | 0,9920 | 4,07 | 0,1508 | 1,39 | 0,9701 | 4,84 | 2,3418 | 1,17 |
| | Média Cluster | 0,9827 | 1,53 | 1,6180 | 2,86 | 0,0698 | 0,97 | 1,0444 | 4,28 | 0,2865 | 2,65 | 0,6329 | 3,15 | 2,1491 | 1,07 |
| 5 | Fabric. Máq., Apar. e Mat. Elétrico | 1,7642 | 2,75 | 0,7053 | 1,25 | 0,1995 | 2,78 | 0,1662 | 0,68 | 0,2613 | 2,41 | 0,3116 | 1,55 | 2,3655 | 1,18 |
| | Fabric. Apar. Equip. Comunicação | 1,7460 | 2,72 | 0,5242 | 0,93 | 0,0900 | 1,25 | 0,1564 | 0,64 | 0,6495 | 6,00 | 0,3603 | 1,80 | 1,4466 | 0,72 |
| | Instr. Méd.-hosp., Precisão/Opticos | 1,7688 | 2,75 | 0,4018 | 0,71 | 0,2030 | 2,83 | 0,4301 | 1,76 | 0,0793 | 0,73 | 0,1977 | 0,99 | 1,9549 | 0,98 |
| | Fabric. Out. Equip. de Transporte | 2,7193 | 4,23 | 0,7885 | 1,39 | 0,3719 | 5,19 | 0,2017 | 0,83 | 0,0266 | 0,25 | 0,2417 | 1,21 | 1,5436 | 0,77 |
| Média Cluster | 1,9400 | 3,02 | 0,6201 | 1,10 | 0,1868 | 2,61 | 0,1902 | 0,78 | 0,3657 | 3,38 | 0,3095 | 1,54 | 1,7823 | 0,89 | |
| BRASIL | 0,6424 | 1,00 | 0,5662 | 1,00 | 0,0717 | 1,00 | 0,2439 | 1,00 | 0,1083 | 1,00 | 0,2006 | 1,00 | 2,0033 | 1,00 | |

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.

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, que é a variável mais influente na formação dos agrupamentos neste módulo (Tabela 3.2). 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 distância *euclidiana* verificada entre os centróides de cada *cluster* pode ser visualizada na Tabela 3.4, que representa a matriz de proximidade dos agrupamentos³⁸. Tal matriz simétrica é útil no sentido de apontar quais *clusters* se comportam de maneira mais

³⁸ As distâncias assinaladas são adimensionais, e dependem da escala das variáveis utilizadas para construir os *clusters* (Sharma, 1996).

parecida entre si. Nota-se que os *clusters* 1 e 2, que concentram os setores tradicionais e de menor intensidade tecnológica, no cômputo geral são os mais próximos entre si. O *cluster* 3 também tem o *cluster* 2 como o mais próximo, porém, a uma dimensão bem maior que o *cluster* 1. O quinto *cluster* tem o quarto como o mais próximo devido às características de alta intensidade no uso das fontes tecnológicas que permeiam ambos. Ainda que o *cluster* 4 acuse o *cluster* 2 como o mais próximo, sua distância em relação ao *cluster* 5 também é pequena, reiterando as similaridades percebidas entre os *clusters* de esforços tecnológicos mais intensivos (4 e 5).

Tabela 3.4:
Matriz de Proximidade da Análise de Clusters - Fontes de Inovação*

| | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | Cluster 4 | Cluster 5 |
|-----------|---------------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| Cluster 1 | - | 0,0159 | 0,0364 | 0,0205 | 0,0190 |
| Cluster 2 | 0,0159 | - | 0,0208 | 0,0160 | 0,0171 |
| Cluster 3 | 0,0364 | 0,0208 | - | 0,0285 | 0,0311 |
| Cluster 4 | 0,0205 | 0,0160 | 0,0285 | - | 0,0164 |
| Cluster 5 | 0,0190 | 0,0171 | 0,0311 | 0,0164 | - |

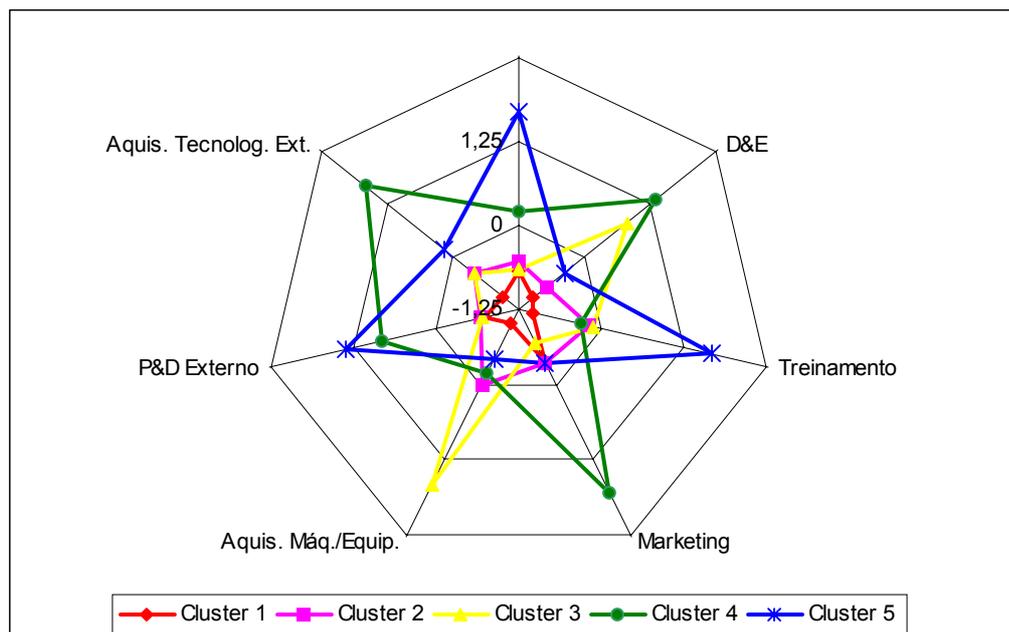
Fonte: Elaboração Própria.

Nota: (*) Em negrito, o *cluster* mais próximo.

Interpretações semelhantes às extraídas da análise da matriz de proximidade podem ser obtidas a partir da Figura 3.1, que 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.

Figura 3.1:
Dimensões Padronizadas das Fontes de Inovação*



Fonte: IBGE – PINTEC 2000. Elaboração Própria.

Nota: (*) Construídas a partir das médias dos *clusters*.

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)³⁹. 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 industriais pesquisados nesta dissertação, apenas 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

³⁹ Os referenciais empíricos utilizados neste estudo foram a PAEP (Pesquisa da Atividade Econômica Paulista) e a PAER (Pesquisa da Atividade Econômica Regional).

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 seções seguintes.

3.2 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 firmas e, por conseguinte, os setores, são capazes de aperfeiçoar seus desempenhos inovativos na medida em que aprimoram sua capacidade de incorporar e desenvolver tecnologias. Tal fato é decorrente de capacitações internas resultantes da *expertise* obtida com a recorrência da produção, do uso de insumos e de bens de capital, ou da pesquisa da própria empresa. Podem ainda assumir caráter externo quando envolvem assimilação de conhecimentos de outros agentes (Malerba, 1992).

O questionário da PINTEC 2000 permitiu a construção de seis indicadores de conhecimento e aprendizagem, quais sejam: conhecimento tácito, conhecimento codificado, aprendizagem por pesquisa, por subcontratação, por interação com outros agentes (incluindo fornecedores ou clientes) e por interação específica com universidades e centros de pesquisa⁴⁰. Os dois primeiros podem ser considerados mais genéricos. Enquanto o indicador de conhecimento tácito incorpora nuances do aprendizado interpessoal, o indicador de conhecimento codificado leva em conta a utilização de conhecimentos tecnológicos formalizados.

A Tabela 3.5 mostra que as seis variáveis usadas neste módulo se mostraram relevantes no sentido de contribuir para a formação dos *clusters*. O *R-quadrado* de cada uma esteve sempre superior a 68%, evidenciando que todas as formas de conhecimento/aprendizado analisadas contribuem consideravelmente para a compreensão

⁴⁰ Conforme apresentado no capítulo 2, os indicadores foram construídos considerando-se a proporção de empresas que atribuíram alta relevância para a forma de conhecimento/aprendizado na consecução de inovações.

da variância intra e intersetorial. O *R-quadrado* geral da análise também foi significativo, atingindo 87,63%.

Tabela 3.5:
Estatísticas Básicas da Análise de *Clusters* - Formas de Aprendizado e Tipos de Conhecimento

| Variável | Desv. Pad. Total | Desv. Pad. Interior | Desvio Interno / Desvio Total | R-Quadrado |
|----------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------|
| Conhec. Tácito | 0,1050 | 0,0264 | 0,2515 | 0,9473 |
| Conhec. Codific. | 0,0901 | 0,0342 | 0,3801 | 0,8796 |
| Aprend. Pesquisa | 0,1142 | 0,0521 | 0,4562 | 0,8265 |
| Aprend. Sub-contrat. | 0,0639 | 0,0330 | 0,5163 | 0,7886 |
| Aprend. Interação | 0,1061 | 0,0322 | 0,3033 | 0,9391 |
| Aprend. Inter. Univ. | 0,0521 | 0,0319 | 0,6122 | 0,6877 |
| Geral | 0,0915 | 0,0353 | 0,3853 | 0,8763 |

RMSSTD: 0,0327

Fonte: Elaboração Própria.

Seis *clusters* foram gerados neste módulo, estando os mesmos dispostos na Tabela 3.6, que exhibe também o desempenho de cada setor nos indicadores estudados. O primeiro *cluster*, formado essencialmente por setores tradicionais, caracteriza-se pela baixa relevância atribuída pelas empresas a todos os tipos 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.

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

Tabela 3.6:
Análise de Clusters II– Tipos de Conhecimento Relevante e Formas de Aprendizado*

| Cluster | Setores | Aprendizado por Conhec. Tácito | | Aprendizado por Conhec. Codificado | | Aprendizado por Pesquisa | | Aprendizado por Subcontratação | | Aprendizado por Interação | | Interação com Universid. e Centros de Pesquisa | |
|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------|------------------------------------|--------------|--------------------------|-------------|--------------------------------|--------------|---------------------------|-------------|--|----------|
| | | % | Brasil=1 | % | Brasil=1 | % | Brasil=1 | % | Brasil=1 | % | Brasil=1 | % | Brasil=1 |
| 1 | Indústria Extrativa | 15,73 | 0,60 | 6,91 | 0,57 | 10,73 | 0,64 | 4,96 | 0,85 | 15,56 | 0,59 | 2,26 | 0,47 |
| | Fabric. Prod. Alimentícios | 21,30 | 0,82 | 11,34 | 0,94 | 14,28 | 0,85 | 7,35 | 1,26 | 22,75 | 0,86 | 6,03 | 1,27 |
| | Fabric. Prod. Fumo | 19,93 | 0,77 | 13,38 | 1,11 | 15,56 | 0,93 | 6,92 | 1,19 | 17,75 | 0,67 | 6,92 | 1,45 |
| | Confec. Art. Vestuário/Acess. | 20,76 | 0,80 | 9,61 | 0,80 | 10,96 | 0,65 | 4,77 | 0,82 | 21,09 | 0,79 | 4,05 | 0,85 |
| | Fabric. Prod. Madeira | 14,45 | 0,56 | 6,71 | 0,56 | 6,97 | 0,42 | 1,64 | 0,28 | 14,53 | 0,55 | 1,24 | 0,26 |
| | Fabric. Prod. Min. Não-Metálicos | 17,92 | 0,69 | 9,09 | 0,76 | 8,65 | 0,52 | 4,58 | 0,79 | 18,58 | 0,70 | 4,16 | 0,87 |
| | Produtos Siderúrgicos | 17,25 | 0,66 | 12,28 | 1,02 | 15,41 | 0,92 | 8,11 | 1,39 | 18,68 | 0,70 | 6,92 | 1,45 |
| | Média Cluster | 19,12 | 0,74 | 9,49 | 0,79 | 10,98 | 0,66 | 5,11 | 0,88 | 19,79 | 0,74 | 4,19 | 0,88 |
| 2 | Fabric. Bebidas | 27,42 | 1,05 | 16,01 | 1,33 | 16,87 | 1,01 | 4,48 | 0,77 | 27,50 | 1,03 | 3,06 | 0,64 |
| | Fabric. Prod. Têxteis | 25,08 | 0,96 | 12,91 | 1,07 | 12,35 | 0,74 | 4,05 | 0,70 | 25,54 | 0,96 | 3,69 | 0,77 |
| | Couros, Artif. Couro e Calçados | 26,67 | 1,03 | 13,77 | 1,14 | 20,01 | 1,19 | 8,98 | 1,54 | 28,16 | 1,06 | 7,95 | 1,67 |
| | Fabric. Papel, Emb. e Artif. Papel | 24,73 | 0,95 | 10,65 | 0,89 | 18,00 | 1,07 | 3,62 | 0,62 | 24,71 | 0,93 | 3,62 | 0,76 |
| | Edição, Impres. e Gravações | 28,94 | 1,11 | 11,46 | 0,95 | 15,72 | 0,94 | 2,36 | 0,41 | 30,31 | 1,14 | 1,91 | 0,40 |
| | Refino do Petróleo | 25,88 | 1,00 | 11,25 | 0,94 | 27,12 | 1,62 | 11,25 | 1,93 | 24,47 | 0,92 | 8,68 | 1,82 |
| | Fabric. Art. Borracha e Plástico | 31,98 | 1,23 | 9,44 | 0,78 | 22,44 | 1,34 | 4,38 | 0,75 | 32,97 | 1,24 | 3,73 | 0,78 |
| | Metalurg. Não-Ferrosos/Fundição | 27,44 | 1,06 | 15,40 | 1,28 | 26,66 | 1,59 | 5,88 | 1,01 | 27,13 | 1,02 | 4,50 | 0,95 |
| | Fabric. Prod. de Metal | 26,49 | 1,02 | 10,52 | 0,87 | 13,03 | 0,78 | 3,50 | 0,60 | 26,80 | 1,01 | 3,02 | 0,63 |
| | Automotiva (exceto peças/acess.) | 24,91 | 0,96 | 7,61 | 0,63 | 10,06 | 0,60 | 3,25 | 0,56 | 26,08 | 0,98 | 2,74 | 0,57 |
| | Fabric. de Artigos do Mobiliário | 32,75 | 1,26 | 12,63 | 1,05 | 15,85 | 0,95 | 5,60 | 0,96 | 32,93 | 1,24 | 3,20 | 0,67 |
| | Fabric. Produtos Diversos | 26,79 | 1,03 | 5,86 | 0,49 | 11,21 | 0,67 | 2,49 | 0,43 | 26,88 | 1,01 | 2,43 | 0,51 |
| Média Cluster | 28,36 | 1,09 | 11,34 | 0,94 | 16,41 | 0,98 | 4,53 | 0,78 | 28,99 | 1,09 | 3,67 | 0,77 | |
| 3 | Fabric. Celulose e out. Pastas | 46,28 | 1,78 | 23,14 | 1,92 | 27,77 | 1,66 | 23,14 | 3,98 | 46,28 | 1,74 | 23,14 | 4,86 |
| | Coque, Comb. Nucleares e Álcool | 39,28 | 1,51 | 28,51 | 2,37 | 32,05 | 1,91 | 24,90 | 4,28 | 39,36 | 1,48 | 15,65 | 3,29 |
| | Fabric. Produtos Farmacêuticos | 40,52 | 1,56 | 30,77 | 2,56 | 34,48 | 2,06 | 18,17 | 3,12 | 43,09 | 1,62 | 13,23 | 2,78 |
| | Média Cluster | 40,43 | 1,55 | 30,07 | 2,50 | 33,76 | 2,02 | 19,72 | 3,39 | 42,41 | 1,60 | 14,04 | 2,95 |
| 4 | Fabric. Produtos Químicos | 38,92 | 1,50 | 23,49 | 1,95 | 40,92 | 2,44 | 13,09 | 2,25 | 38,50 | 1,45 | 12,03 | 2,53 |
| | Fabric. Máq. e Equipamentos | 35,93 | 1,38 | 16,36 | 1,36 | 29,41 | 1,76 | 8,28 | 1,42 | 36,40 | 1,37 | 5,49 | 1,15 |
| | Fabric. Máq., Apar. e Mat. Elétrico | 39,76 | 1,53 | 18,91 | 1,57 | 27,98 | 1,67 | 10,82 | 1,86 | 38,94 | 1,46 | 10,39 | 2,18 |
| | Fabric. Apar. Equip. Comunicação | 41,74 | 1,60 | 29,34 | 2,44 | 39,48 | 2,36 | 12,32 | 2,12 | 41,41 | 1,56 | 8,53 | 1,79 |
| | Fabric. Peças/Acess. p/ Veículos | 36,39 | 1,40 | 19,00 | 1,58 | 27,21 | 1,62 | 11,73 | 2,02 | 38,24 | 1,44 | 10,91 | 2,29 |
| | Fabric. Out. Equip. de Transporte | 37,57 | 1,44 | 20,47 | 1,70 | 38,25 | 2,28 | 3,45 | 0,59 | 36,09 | 1,36 | 2,46 | 0,52 |
| Média Cluster | 37,60 | 1,45 | 19,46 | 1,62 | 32,70 | 1,95 | 10,18 | 1,75 | 37,66 | 1,42 | 8,44 | 1,77 | |
| 5 | Fabric. Mat. Eletrôn. Básico | 55,45 | 2,13 | 30,30 | 2,52 | 35,27 | 2,11 | 4,53 | 0,78 | 56,52 | 2,13 | 4,53 | 0,95 |
| | Instr. Méd.-hosp., Precisão/Opticos | 51,61 | 1,98 | 23,97 | 1,99 | 43,30 | 2,59 | 15,77 | 2,71 | 49,75 | 1,87 | 14,95 | 3,14 |
| | Média Cluster | 52,59 | 2,02 | 25,55 | 2,12 | 41,29 | 2,47 | 12,88 | 2,21 | 51,53 | 1,94 | 12,25 | 2,57 |
| 6 | Máq. Escritório/Equip. Informát. | 42,14 | 1,62 | 44,65 | 3,71 | 45,97 | 2,74 | 22,01 | 3,78 | 45,91 | 1,73 | 15,09 | 3,17 |
| BRASIL | 26,01 | 1,00 | 12,03 | 1,00 | 16,75 | 1,00 | 5,82 | 1,00 | 26,58 | 1,00 | 4,76 | 1,00 | |

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.

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 seção 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.

A distância *euclidiana* entre os *clusters*, disposta na Tabela 3.7, mostra que os *clusters* 1 e 2 são os mais próximos entre si. Tal fato é explicado por se tratarem dos agrupamentos que atribuíram baixa relevância para praticamente todas as formas de

conhecimento e aprendizado, além de concentrarem boa parte dos setores maduros e de baixo dinamismo tecnológico. Os *clusters* 3 e 4, que se posicionaram acima da média em todos os indicadores de conhecimento e aprendizagem, também são os mais próximos entre si. Os *clusters* 5 e 6 acusam o *cluster* 3 como o mais próximo, porém, com um grau de dessemelhança superior ao do *cluster* 4.

Tabela 3.7:
Matriz de Proximidade da Análise de *Clusters* - Formas de Aprendizado e Tipos de Conhecimento*

| | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | Cluster 4 | Cluster 5 | Cluster 6 |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|-----------|
| Cluster 1 | - | 0,1441 | 0,4798 | 0,3811 | 0,5963 | 0,6411 |
| Cluster 2 | 0,1441 | - | 0,3691 | 0,2527 | 0,4589 | 0,5377 |
| Cluster 3 | 0,4798 | 0,3691 | - | 0,1755 | 0,2233 | 0,2302 |
| Cluster 4 | 0,3811 | 0,2527 | 0,1755 | - | 0,2272 | 0,3116 |
| Cluster 5 | 0,5963 | 0,4589 | 0,2233 | 0,2272 | - | 0,2670 |
| Cluster 6 | 0,6411 | 0,5377 | 0,2302 | 0,3116 | 0,2670 | - |

Fonte: Elaboração Própria.

Nota: (*) Em negrito, o *cluster* mais próximo.

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.

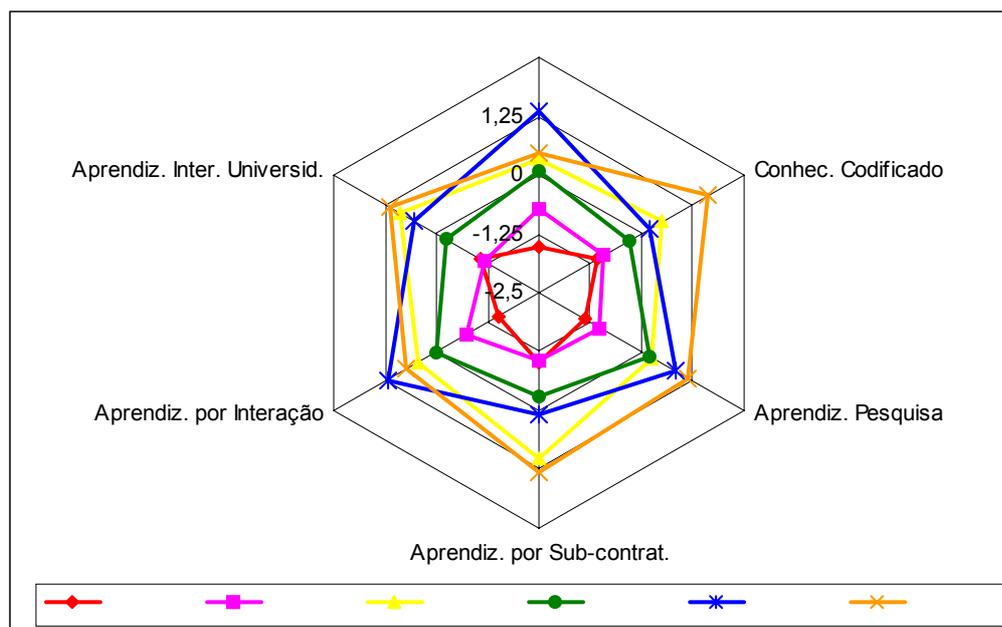
Existe uma correspondência razoável entre os setores que maior importância atribuíram às diferentes formas de conhecimento e aprendizado (*clusters* 3, 5 e 6) e aqueles que se mostraram mais intensivos nos esforços inovativos de acordo com a seção anterior.

Os reduzidos percentuais de empresas que julgaram importantes as estratégias de interação para a consecução de inovações circunscrevem a desarticulação do Sistema Nacional de Inovação Brasileiro. Percebe-se que os setores que mais interagiram foram também os que mais investiram em atividades inovativas, um resultado adiantado por Britto (2004).

No caso específico da interação com universidades e centros de pesquisa – um dos indicadores da sinergia entre ciência e tecnologia –, verifica-se que os setores com maiores

oportunidades tecnológicas são também os mais interativos. Em geral, os setores que mais se destacaram pelo número de empresas que consideraram 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 Klevorick et al. (1995).

Figura 3.2:
Dimensões Padronizadas das Características de Aprendizado*



Fonte: IBGE – PINTEC 2000. Elaboração Própria.

Nota: (*) Construídas a partir das médias dos *clusters*.

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 e são influenciadas pelas trajetórias tecnológicas nas quais se inserem as empresas, conformando o perfil do setor. A próxima seção apresenta os resultados da análise de *clusters* que examinou este tema.

3.3 Foco das Trajetórias Tecnológicas

Entende-se por trajetórias tecnológicas o conjunto de soluções comuns adotadas por uma firma ou conjunto de empresas no sentido de promover soluções novas dentro da produção industrial (Saviotti e Metcalfe, 1984). As mesmas são moldadas por determinantes técnicos, produtivos, científicos ou econômicos e trazem em si uma carga de condicionantes históricos (*path dependence*) que, às vezes, chegam a impedir que a tecnologia mais eficiente seja a tecnologia dominante (Dosi, 1982, 1988a; Sahal, 1985).

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

Nove tipos de foco foram identificados e incluídos na análise de *clusters*: 1) redução de custos; 2) melhora de produtos; 3) redução de custos e melhora de produtos simultaneamente (foco misto); 4) mudança na dimensão dos produtos; 5) flexibilização da produção; 6) inserção em novos mercados; 7) especialização a exigências de clientes; 8) redução do impacto ambiental e; 9) enquadramento em normas regulatórias.

A Tabela 3.8 mostra que todas as variáveis tiveram importância considerável para a conformação dos *clusters*, proporcionando um *R-quadrado* geral de 76,06%. A variável mais representativa foi aquela relacionada ao foco de flexibilização da produção (com *R-quadrado* de 82,06%). Em contrapartida, a trajetória tecnológica enfocada no enquadramento à normas regulatórias foi a menos representativa (*R-quadrado* de 53,51%).

Na Tabela 3.9 são apresentados os resultados de cada setor dispostos de acordo com os resultados da análise de *clusters*. Percebe-se que foram formados 5 agrupamentos, sendo o primeiro formado por setores tradicionais e também pelas indústrias ‘Siderúrgica’, ‘Automotiva’ e de ‘Coque, Combustíveis Nucleares e Álcool’. Este *cluster* é caracterizado pela ausência de qualquer trajetória tecnológica dominante, sendo que a proporção de empresas que atribuíram alta relevância para algum tipo de trajetória esteve abaixo da média nacional na maior parte dos casos.

Tabela 3.8:
Estatísticas Básicas da Análise de *Clusters* - Foco da Trajetória Tecnológica

| Variável | Desv. Pad. Total | Desv. Pad. Interior | Desvio Interno / Desvio Total | R-Quadrado |
|---------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------|
| Redução Custo | 0,0492 | 0,0267 | 0,5431 | 0,7444 |
| Melhora do Produto | 0,0925 | 0,0462 | 0,5001 | 0,7833 |
| Red. Custo e Melh. Prod. | 0,0442 | 0,0214 | 0,4845 | 0,7966 |
| Altera Dimensão Prod. | 0,0550 | 0,0270 | 0,4912 | 0,7908 |
| Flexibiliza Produção | 0,0586 | 0,0267 | 0,4550 | 0,8206 |
| Novos Mercados | 0,0592 | 0,0371 | 0,6270 | 0,6593 |
| Especialização a Clientes | 0,0851 | 0,0412 | 0,4844 | 0,7966 |
| Red. Impacto Ambiental | 0,0495 | 0,0316 | 0,6382 | 0,6471 |
| Enquadra em Regulação | 0,0258 | 0,0189 | 0,7325 | 0,5351 |
| Geral | 0,0608 | 0,0319 | 0,5256 | 0,7606 |

RMSSTD: 0,0319

Fonte: Elaboração Própria.

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

As demais exceções ficam por conta do setor de ‘Fumo’, que também atribui alta relevância para o enquadramento em regulações, e o setor de ‘Coque, Combustíveis Nucleares e Álcool’ que destaca este foco e a redução dos impactos ambientais como importantes.

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

Já o *cluster* 3 é composto por quatro setores: ‘Refino de Petróleo’, ‘Produtos Farmacêuticos’, ‘Aparelhos e Equipamentos de Comunicação’ e ‘Peças/Acessórios para Veículos’. Trata-se de um *cluster* formado por setores que tendem a formar suas trajetórias tecnológicas enfocando os mais variados traços. O percentual de empresas que

Tabela 3.9:
Análise de Clusters III- Foco das Trajetórias Tecnológicas*

9696/TT9.15f6

| Redução de Custos (A) | | Módulo de Produção (B) | | Foco Misto (C e D) | | Mudança Dimensional da Produção (E) | | % Brasil | | % Brasil=1 | | % Brasil | |
|-----------------------|------------|------------------------|------------|--------------------|------------|-------------------------------------|----------|----------|---------|------------|----------|----------|---------|
| % | Brasil= | % | Brasil=1 | % | Brasil= | % | Brasil=1 | % | Brasil= | % | Brasil=1 | % | Brasil= |
| 6,83 | 0,7 | 8,2 | 0,44 | 3,43 | 0,4 | 11,6 | ,88 | 4,55 | 0,4 | 4,7 | 0,64 | 5,78 | 0,4 |
| 7,90 | 0,8 | 16,8 | 0,81 | 5,61 | 0,7 | 10,2 | ,78 | 8,12 | 0,7 | 3,7 | 0,50 | 10,49 | 0,8 |
| 2,18 | 0,2 | 26,2 | 1,28 | 2,18 | 0,3 | 4,7 | ,32 | 4,37 | 0,3 | 4,7 | 0,61 | 9,26 | 0,7 |
| 8,08 | 0,8 | 22,7 | 1,09 | 5,21 | 0,7 | 10,0 | ,75 | 9,46 | 0,8 | 6,4 | 0,88 | 10,39 | 0,8 |
| 7,34 | 0,8 | 16,8 | 0,80 | 6,43 | 0,9 | 11,9 | ,85 | 10,31 | 0,9 | 6,6 | 0,92 | 8,95 | 0,7 |
| 4,39 | 0,4 | 7,5 | 0,35 | 2,54 | 0,3 | 6,1 | ,51 | 4,57 | 0,4 | 2,6 | 0,37 | 4,78 | 0,3 |
| 7,50 | 0,8 | 19,2 | 0,95 | 6,19 | 0,8 | 12,9 | ,96 | 11,01 | 0,9 | 4,3 | 0,65 | 9,79 | 0,7 |
| 8,00 | 0,8 | 16,3 | 0,82 | 5,67 | 0,8 | 9,3 | ,74 | 9,20 | 0,8 | 9,5 | 1,29 | 12,06 | 0,9 |
| 7,44 | 0,8 | 13,5 | 0,64 | 6,12 | 0,8 | 8,8 | ,62 | 7,03 | 0,6 | 3,6 | 0,54 | 6,90 | 0,5 |
| 5,82 | 0,6 | 13,8 | 0,64 | 3,44 | 0,4 | 12,0 | ,93 | 11,46 | 1, | | | | |
| 4,84 | 0,5 | 17,8 | 0,85 | 4,70 | 0,6 | 7,3 | | | | | | | |
| 7,08 | 0,7 | 14,9 | 0,8 | 5,11 | 0,7 | 9,5 | | | | | | | |
| 10,42 | 1,1 | 22,0 | 1,1 | 6,79 | 0,9 | 17,4 | | | | | | | |
| 9,41 | 1,0 | 25,3 | 1,1 | 9,27 | 1,1 | 12,8 | | | | | | | |
| 9,40 | 1,0 | 22,1 | 1,1 | 6,64 | 1,0 | 18,0 | | | | | | | |
| 12,73 | 1,4 | 28,5 | 1,1 | 5,5 | 1,1 | 19,0 | | | | | | | |
| 13,85 | 1,5 | 25,8 | 1,1 | | 1,3 | 20,9 | | | | | | | |
| 13,01 | 1,4 | 26,8 | 1,1 | | 1,5 | 20,6 | | | | | | | |
| 9,33 | 1,0 | 22,3 | 1,1 | | 1,0 | 17,1 | | | | | | | |
| 10,83 | 1,1 | 24,1 | 1,1 | | 1,4 | 15,1 | | | | | | | |
| 5,74 | 0,6 | 20,0 | 0,8 | | 0,7 | 13,7 | | | | | | | |
| 10,16 | 1,1 | 24,5 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 17,6 | | | | | | | |
| 17,71 | 1,9 | 33,0 | 1,1 | | 2,0 | 24,9 | | | | | | | |
| 18,15 | 1,9 | 32,2 | 1,1 | | 2,0 | 21,0 | | | | | | | |
| 24,00 | 2,6 | 45,4 | 2,1 | | 2,2 | 23,3 | | | | | | | |
| 18,44 | 2,0 | 30,6 | 1,1 | | 2,1 | 24,1 | | | | | | | |
| 19,24 | 2,1 | 33,0 | 1,1 | | | 23,6 | | | | | | | |
| 11,03 | 1,2 | 30,2 | 1,1 | | | 13,2 | | | | | | | |
| 9,61 | 1,0 | 41,9 | 2,1 | | | 10,2 | | | | | | | |
| 14,68 | 1,6 | 32,0 | 1,1 | | | 15,8 | | | | | | | |
| 18,02 | 1,9 | 37,7 | 1,1 | | | 16,5 | | | | | | | |
| 7,05 | 0,7 | 36,1 | 1,1 | | | 20,4 | | | | | | | |
| 12,11 | 1,3 | 35,8 | 1,1 | | | 14,8 | | | | | | | |
| 11,67 | 1,2 | 32,4 | 1,1 | | | 14,3 | | | | | | | |
| 13,88 | 1,5 | 27,7 | | | | 9,6 | | | | | | | |
| 9,11 | 1,0 | 20,5 | 1,1 | | | 13,7 | | | | | | | |

ação própria

de de a empr sas do setore indust
 Mudan a na D mensão da Pro ução;
 mento m Reg lação.

tr levanc
 al zação

outorgou alta relevância aos diversos focos superou a média nacional em todos os quesitos. Todavia, o *cluster* se destacou mais acentuadamente nas seguintes variáveis: redução de custos (isolada e conjuntamente com o foco de melhora nos produtos), mudança na dimensão da produção e flexibilização da mesma. Chama a atenção o número de empresas do setor ‘Farmacêutico’ que consideraram as atividades inovativas relevantes para o enquadramento em exigências regulatórias (quatro vezes superior à média nacional).

Pode-se dizer que o *cluster* 4 congrega boa parte dos setores reconhecidos como “Fornecedores Especializados”. Os 6 setores que o compõe sobrepujam a média nacional de empresas que consideram a especialização às demandas de clientes uma questão representativa para a formação das estratégias tecnológicas. Composto pelos setores de ‘Máquinas/Equipamentos’, ‘Máquinas para Escritório/Informática’, ‘Máquinas e Aparelhos Elétricos’, ‘Material Eletrônico’, ‘Instrumentos Médicos e de Precisão’ e de ‘Outros Equipamentos de Transporte’ este *cluster* também se destaca pela importância do enquadramento nas normas de regulação como constituinte do foco inovador.

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

A análise da proximidade entre os *clusters*, disposta na Tabela 3.10, deixa evidente as similaridades comportamentais entre os *clusters* 1 e 2, bem como entre os *clusters* 3 e 4. Entre os dois primeiros, a proximidade é explicada pela combinação de boa parte dos setores de baixa oportunidade tecnológica, que não possuem um foco específico na formação de trajetórias de inovação. Em relação aos dois últimos, as similaridades se explicam pela congruência em focos como o de especialização às exigências de clientes e normas regulatórias. O quinto *cluster* tem o quarto como o mais próximo, reafirmando a afinidade do setor de ‘Celulose e Outras Pastas’ com os setores de “Fornecedores Especializados”.

Tabela 3.10:
Matriz de Proximidade da Análise de *Clusters* - Foco da Trajetória Tecnológica*

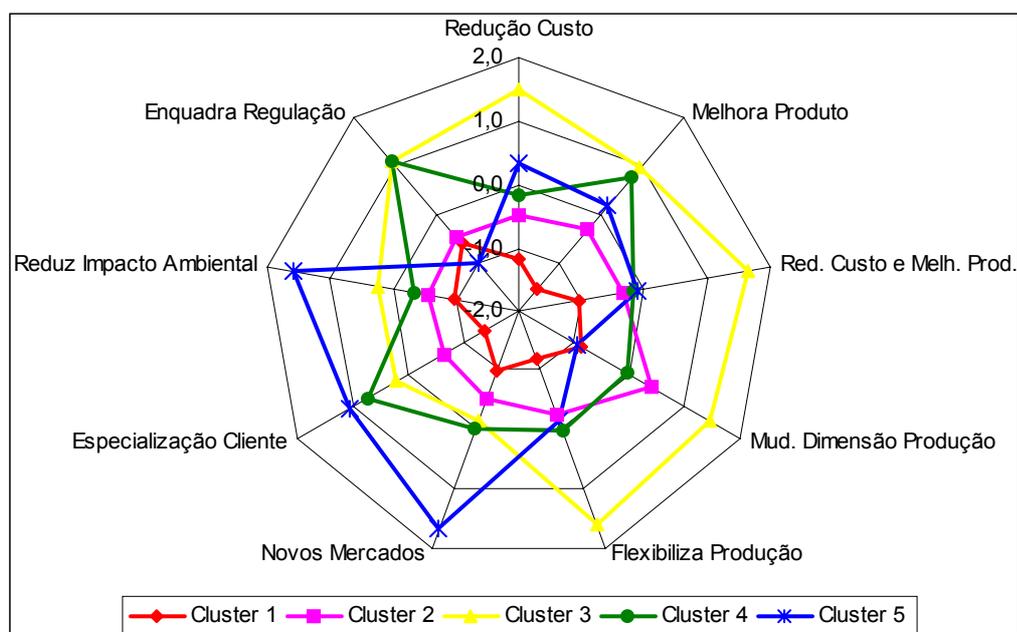
| | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | Cluster 4 | Cluster 5 |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| Cluster 1 | - | 0,1521 | 0,3776 | 0,3180 | 0,3908 |
| Cluster 3 | 0,1521 | - | 0,2326 | 0,1997 | 0,3103 |
| Cluster 2 | 0,3776 | 0,2326 | - | 0,1885 | 0,3194 |
| Cluster 4 | 0,3180 | 0,1997 | 0,1885 | - | 0,2478 |
| Cluster 5 | 0,3908 | 0,3103 | 0,3194 | 0,2478 | - |

Fonte: Elaboração Própria.

Nota: (*) Em negrito, o *cluster* mais próximo.

A Figura 3.3 também é emblemática no sentido de apontar os *clusters* 1 e 2 como não-possuidores de um foco dominante na formação das trajetórias tecnológicas, apresentando também as menores representatividades no conjunto de variáveis. O polígono formado pelo *cluster* 3 prestigia as arestas que representam os focos de redução de custos, mudança na dimensão dos produtos e flexibilização da produção. O *cluster* 4 se destaca nas variáveis de enquadramento à exigências de regulação e especialização às demandas de clientes, ao passo que o *cluster* 5, além de incorporar o último foco como importante, também o faz para os focos de abertura de novos mercados e redução do impacto ambiental.

Figura 3.3:
Dimensões Padronizadas das Características do Foco das Trajetórias Tecnológicas*



Fonte: IBGE – PINTEC 2000. Elaboração Própria.

Nota: (*) Construídas a partir das médias dos *clusters*.

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

Na seção seguinte serão estudadas as características dos setores em termos de resultados inovativos. Sem embargo, as características até aqui trabalhadas (origem da mudança tecnológica, formas de aprendizagem/conhecimento e foco da trajetória tecnológica) geram implicações sobre os resultados inovativos alcançados na indústria, sendo que os mesmos podem se manifestar de diferentes formas, dependendo de características idiossincráticas de cada atividade produtiva.

3.4 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, tendo que vista que os mesmos constituem um importante fator de diferenciação setorial, com contribuição contundente para a construção de um padrão de inovações. 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.

As seis variáveis se mostraram potencialmente representativas para explicar as distinções do desempenho inovativo intersetorial, conforme ilustra a Tabela 3.11. O

conjunto de variáveis foi capaz de explicar 87,85% da variância inter e intracluster, sendo que, isoladamente, a variável que mais diferencia os setores é a de inovação radical (*R-quadrado* de 92,67%), ao passo que a variável com menor poder explicativo (mas ainda razoável) é a de inovação em processo (*R-quadrado* de 56,28%).

Tabela 3.11:
Estatísticas Básicas da Análise de *Clusters* - Resultados Inovativos

| Variável | Desv. Pad. Total | Desv. Pad. Interior | Desvio Interno / Desvio Total | R-Quadrado |
|----------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------|
| Inovação Produto | 0,1490 | 0,0487 | 0,3266 | 0,9076 |
| Inovação Processo | 0,0836 | 0,0594 | 0,7103 | 0,5628 |
| Inovação Radical | 0,1611 | 0,0468 | 0,2908 | 0,9267 |
| Inovação Incremental | 0,1317 | 0,0389 | 0,2953 | 0,9244 |
| Empresas Patenteadoras | 0,0488 | 0,0275 | 0,5629 | 0,7253 |
| Empresas Altam. Inovadoras | 0,0256 | 0,0152 | 0,5955 | 0,6927 |
| Geral | 0,1122 | 0,0420 | 0,3744 | 0,8785 |
| RMSSTD: 0,0420 | | | | |

Fonte: Elaboração Própria.

A Tabela 3.12 exibe 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*. A tabela mostra o primeiro *cluster* sendo 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 3.12:
Análise de Clusters IV- os de Resultados Inovativos*

| Cluster | Setores | Inovação de Produto | | Inovação Process | | Inovação Radical | | Inovação Incremental | | Firma Patenteadora | | Firma Altamente Inovadora | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|----------------------|--------------|--------------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | % | Brasil=1 | % | B | % | Brasil=1 | % | Brasil=1 | % | Brasil=1 | % | Brasil=1 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Indústria Extrativa | 5,32 | 0,30 | 16,48 | 65 | 6,11 | 0,34 | 16,37 | 0,53 | 1,02 | 0,25 | 0,28 | 0,19 |
| | Confec. Art. Vestuário/Acess. | 11,62 | 0,66 | 21,20 | 84 | 12,16 | 0,67 | 26,16 | 0,84 | 0,33 | 0,08 | 0,24 | 0,17 |
| | Fabric. Prod. Madeira | 6,99 | 0,40 | 12,96 | 51 | 7,15 | 0,39 | 14,00 | 0,45 | 0,92 | 0,23 | 0,14 | 0,10 |
| | Fabric. Papel, Emb. e Arterf. Papel | 11,30 | 0,64 | 22,22 | 88 | 11,96 | 0,66 | 23,43 | 0,76 | 4,24 | 1,06 | 1,99 | 1,37 |
| | Fabric. Prod. Min. Não-Metálicos | 9,75 | 0,55 | 18,41 | 73 | 10,49 | 0,58 | 20,37 | 0,66 | 1,94 | 0,48 | 1,26 | 0,87 |
| | Produtos Siderúrgicos | 8,82 | 0,50 | 19,03 | 75 | 9,47 | 0,52 | 18,52 | 0,60 | 3,75 | 0,93 | 2,77 | 1,91 |
| | Média Cluster | 9,66 | 0,55 | 18,47 | 73 | 10,20 | 0,56 | 21,16 | 0,68 | 1,21 | 0,30 | 1,02 | 0,70 |
| | Fabric. Prod. Alimentícios | 16,43 | 0,93 | 24,45 | 97 | 16,87 | 0,93 | 28,49 | 0,92 | 2,72 | 0,68 | 1,19 | 0,82 |
| | Fabric. Bebidas | 16,26 | 0,92 | 31,21 | 24 | 15,18 | 0,83 | 32,62 | 1,05 | 5,05 | 1,26 | 0,13 | 0,09 |
| | Fabric. Prod. Fumo | 25,19 | 1,43 | 15,50 | 61 | 25,70 | 1,41 | 32,61 | 1,05 | 8,73 | 2,18 | 4,37 | 3,01 |
| 2 | Fabric. Prod. Têxteis | 18,91 | 1,08 | 26,28 | 04 | 18,75 | 1,03 | 30,86 | 1,00 | 1,38 | 0,34 | 1,00 | 0,69 |
| | Couros, Arterf. Couro e Calçados | 17,42 | 0,99 | 27,77 | 10 | 17,25 | 0,95 | 33,34 | 1,08 | 1,76 | 0,44 | 0,60 | 0,42 |
| | Edição, Impres. e Gravações | 8,95 | 0,51 | 32,95 | 31 | 9,88 | 0,54 | 31,86 | 1,03 | 1,15 | 0,29 | 0,30 | 0,21 |
| | Coque, Comb. Nucleares e Álcool | 13,46 | 0,77 | 30,28 | | 10,62 | 0,58 | 31,91 | 1,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Fabric. Art. Borracha e Plástico | 22,30 | 1,27 | 33,12 | | 23,84 | 1,31 | 38,83 | 1,25 | 9,12 | 2,28 | 1,34 | 0,93 |
| | Metalurg. Não-Ferrosos/Fundição | 18,44 | 1,05 | 24,37 | | 19,12 | 1,05 | 35,62 | 1,15 | 2,47 | 0,62 | 1,42 | 0,97 |
| | Fabric. Prod. de Metal | 13,92 | 0,79 | 27,45 | | 14,51 | 0,80 | 32,40 | 1,05 | 3,79 | 0,95 | 0,64 | 0,44 |
| | Automotiva (exceto peças/acess.) | 17,48 | 0,99 | 15,73 | | 16,95 | 0,93 | 26,00 | 0,84 | 6,86 | 1,71 | 2,71 | 1,87 |
| | Fabric. de Artigos do Mobiliário | 21,28 | 1,21 | 28,81 | | 21,76 | 1,19 | 36,16 | 1,17 | 3,79 | 0,94 | 0,29 | 0,20 |
| | Fabric. Produtos Diversos | 15,40 | 0,88 | 24,82 | | 16,62 | 0,91 | 29,61 | 0,96 | 3,59 | 0,90 | 0,78 | 0,54 |
| Média Cluster | 16,89 | 0,96 | 27,52 | | 17,40 | 0,95 | 32,29 | 1,04 | 3,57 | 0,89 | 1,77 | 1,22 | |
| 3 | Fabric. Celulose e out. Pastas | 32,39 | 1,84 | 46,28 | | 42,53 | 2,33 | 47,15 | 1,52 | 18,51 | 4,62 | 4,63 | 3,19 |
| | Fabric. Máq., Apar. e Mat. Elétrico | 37,09 | 2,11 | 35,92 | | 38,48 | 2,11 | 49,29 | 1,59 | 10,13 | 2,53 | 4,23 | 2,91 |
| | Fabric. Apar. Equip. Comunicação | 48,72 | 2,77 | 38,31 | | 53,80 | 2,95 | 58,37 | 1,89 | 14,10 | 3,52 | 5,09 | 3,51 |
| | Instr. Méd.-hosp., Precisão/Ópticos | 40,22 | 2,29 | 34,25 | | 43,93 | 2,41 | 55,46 | 1,79 | 11,50 | 2,87 | 6,17 | 4,25 |
| | Média Cluster | 39,31 | 2,24 | 35,80 | | 41,86 | 2,30 | 52,04 | 1,68 | 11,07 | 2,76 | 4,89 | 3,37 |
| | Refino do Petróleo | 33,62 | 1,91 | 31,38 | | 36,85 | 2,02 | 36,26 | 1,17 | 11,76 | 2,93 | 0,00 | 0,00 |
| | Fabric. Produtos Químicos | 37,89 | 2,16 | 29,44 | 17 | 39,15 | 2,15 | 44,11 | 1,42 | 9,21 | 2,30 | 6,88 | 4,74 |
| | Fabric. Produtos Farmacêuticos | 36,66 | 2,09 | 37,22 | 48 | 36,69 | 2,01 | 45,05 | 1,45 | 9,49 | 2,37 | 4,95 | 3,41 |
| | Fabric. Máq. e Equipamentos | 33,46 | 1,90 | 28,16 | 12 | 33,73 | 1,85 | 44,90 | 1,45 | 14,12 | 3,52 | 4,52 | 3,11 |
| | Fabric. Peças/Acess. p/ Veículos | 26,07 | 1,48 | 41,18 | 63 | 27,85 | 1,53 | 43,47 | 1,40 | 9,31 | 2,32 | 4,22 | 2,91 |
| Fabric. Out. Equip. de Transporte | 38,48 | 2,19 | 15,49 | 61 | 41,03 | 2,25 | 43,49 | 1,40 | 6,16 | 1,54 | 0,76 | 0,52 | |
| Média Cluster | 34,44 | 1,96 | 29,94 | 19 | 35,27 | 1,94 | 44,40 | 1,43 | 11,43 | 2,85 | 5,02 | 3,46 | |
| 5 | Máq. Escritório/Equip. Informát. | 67,46 | 3,84 | 33,42 | 32 | 67,66 | 3,71 | 68,34 | 2,21 | 12,78 | 3,19 | 8,53 | 5,88 |
| | Fabric. Mat. Eletrôn. Básico | 51,31 | 2,92 | 36,53 | 45 | 57,29 | 3,14 | 61,81 | 2,00 | 8,70 | 2,17 | 8,15 | 5,61 |
| | Média Cluster | 57,57 | 3,27 | 35,24 | 40 | 61,29 | 3,36 | 64,02 | 2,07 | 11,45 | 2,86 | 8,21 | 5,65 |
| BRASIL | 17,58 | 1,00 | 25,22 | 00 | 18,22 | 1,00 | 30,96 | 1,00 | 4,01 | 1,00 | 1,45 | 1,00 | |

Fonte: IBGE - PINTEC 2000. Elaboração Própria.

Nota: (*) Construída a partir das probabilidades de as empresas dos setores ind s 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, novamente, 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

crecendo, 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.

A matriz de proximidade, disposta na Tabela 3.13, demonstra que, dentro do esperado, os *clusters* 1 e 2 são os mais próximos entre si, tal como os *clusters* 3 e 4 também o são. Tal resultado era previsto uma vez que os dois primeiros *clusters* congregaram os setores menos inovativos do ponto de vista de resultados, enquanto os dois últimos incluem setores com maiores oportunidades tecnológicas e, conseqüentemente, mais pródigos em resultados. O *cluster* 5 indica o *cluster* 3 como o mais próximo, ainda que a uma distância maior que o *cluster* 4.

Tabela 3.13:
Matriz de Proximidade da Análise de *Clusters* - Resultados Inovativos*

| | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | Cluster 4 | Cluster 5 |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| Cluster 1 | - | 0,1889 | 0,6170 | 0,4568 | 0,8829 |
| Cluster 2 | 0,1889 | - | 0,4367 | 0,2830 | 0,7098 |
| Cluster 3 | 0,6170 | 0,4367 | - | 0,1676 | 0,2995 |
| Cluster 4 | 0,4568 | 0,2830 | 0,1676 | - | 0,4324 |
| Cluster 5 | 0,8829 | 0,7098 | 0,2995 | 0,4324 | - |

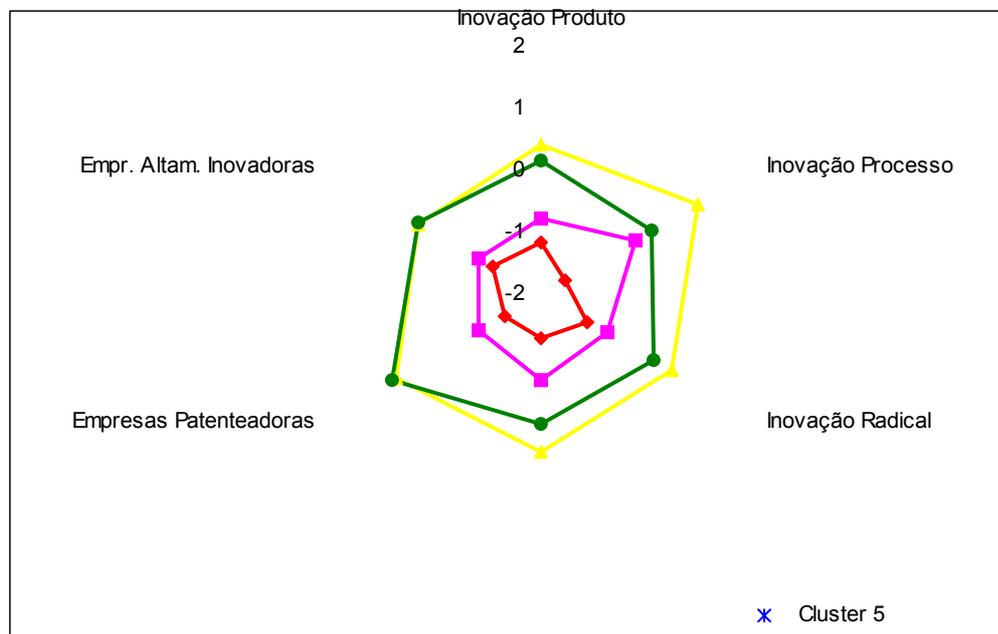
Fonte: Elaboração Própria.

Nota: (*) Em negrito, o *cluster* mais próximo.

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 ocorreria na representação gráfica dos *clusters* de aprendizado e conhecimento, a Figura 3.4 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.

Figura 3.4:
Dimensões Padronizadas das Características dos Resultados Inovativos*



Fonte: IBGE – PINTEC 2000. Elaboração Própria.

Nota: (*) Construídas a partir das médias dos *clusters*.

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 seção 3.1, 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. 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.

3.5 Estrutura de Mercado e Desempenho

A presente seção objetiva estudar os elementos de estrutura de mercado e desempenho, tentando verificar se existe alguma relação entre estas variáveis e as demais

características inovativas trabalhadas nas seções anteriores. Para tanto, foram utilizadas 5 variáveis disponíveis na PINTEC, sendo 4 relacionadas à estrutura de mercado (Tamanho Médio, Tamanho Mínimo Eficiente, CR4 e Controle Estrangeiro de Capital), e uma variável de desempenho (propensão exportadora).

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

Conforme mostra a Tabela 3.14, as variáveis mais relevantes para a formação dos *clusters* neste módulo foram aquelas relacionadas ao tamanho da empresa, ambas com *R-quadrado* superior a 91%. As variáveis de concentração de mercado e origem do capital controlador foram responsáveis por explicar em torno de 55% da variância intra e interclusters. Em compensação, o indicador de propensão exportadora demonstrou pouca influência na composição dos agrupamentos, com *R-quadrado* de apenas 22,36%.

Tabela 3.14:
Estatísticas Básicas da Análise de Clusters – Estrutura e Desempenho

| Variável | Desv. Pad. Total | Desv. Pad. Interior | Desvio Interno / Desvio Total | R-Quadrado |
|------------------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|---------------|
| Tamanho Médio | 155,0404 | 50,4179 | 0,3252 | 0,9119 |
| Tam. Mín. Efic. | 6534,0000 | 183,8502 | 0,0281 | 0,9993 |
| CR4 | 0,2517 | 0,1874 | 0,7446 | 0,5380 |
| Firmas Cap. Estrang. | 0,0880 | 0,0630 | 0,7153 | 0,5736 |
| Firmas Exportadoras | 0,0456 | 0,0440 | 0,9653 | 0,2236 |
| Geral | 2923,0000 | 85,2560 | 0,0292 | 0,9993 |
| RMSSTD: 85,2560 | | | | |

Fonte: Elaboração Própria.

A composição dos *clusters*, exibida na Tabela 3.15, apresentou-se bastante concentrada. Os dois primeiros agrupamentos mostraram-se diversificados do ponto de vista da composição dos setores produtivos. Os quatro agrupamentos restantes, todavia, foram bastante rarefeitos.

O primeiro *cluster* é composto pelos setores de menor tamanho médio, com reduzida concentração de mercado e sem um perfil claro em relação ao capital controlador

e orientação exportadora. Sua formação inclui desde setores mais tradicionais, com desempenho tecnológico mais modesto como as indústrias de ‘Vestuário’, ‘Madeira’, ‘Papel e Embalagens’, ‘Móveis’ e ‘Produtos Diversos’; incluindo também setores de maior intensidade tecnológica como o de ‘Produtos Químicos’, de ‘Instrumentos Médicos e de Precisão’ ou de ‘Outros Equipamentos de Transporte’.

Tabela 3.15:
Análise de Clusters V: Estrutura e Desempenho

| Cluster | Setores | Tamanho Médio | | Tamanho Mín. Eficiente | | CR4* | | Firmas Capital Estrangeiro | | Firmas Exportadoras | |
|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------|----------------|------------------------|---------------|---------------|-------------|----------------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | P.O. | Brasil=1 | P.O. | Brasil=1 | Quota | Brasil=1 | % | Brasil=1 | % | Brasil=1 |
| | | | | | | | | | | | |
| 1 | Indústria Extrativa | 47,9 | 0,69 | 560 | 0,24 | 0,60 | 1,53 | 2,43 | 0,79 | 0,89 | 0,22 |
| | Confec. Art. Vestuário/Acess. | 44,7 | 0,65 | 364 | 0,16 | 0,19 | 0,48 | 0,13 | 0,04 | 0,73 | 0,19 |
| | Fabric. Prod. Madeira | 43,4 | 0,63 | 291 | 0,13 | 0,21 | 0,53 | 0,43 | 0,14 | 2,29 | 0,58 |
| | Fabric. Papel, Emb. e Arterf. Papel | 95,1 | 1,38 | 571 | 0,25 | 0,26 | 0,67 | 3,40 | 1,10 | 3,00 | 0,76 |
| | Edição, Impres. e Gravações | 51,0 | 0,74 | 502 | 0,22 | 0,26 | 0,66 | 2,19 | 0,71 | 0,52 | 0,13 |
| | Fabric. Produtos Químicos | 88,2 | 1,28 | 642 | 0,28 | 0,22 | 0,56 | 12,37 | 4,02 | 9,88 | 2,50 |
| | Fabric. Art. Borracha e Plástico | 62,9 | 0,91 | 338 | 0,15 | 0,21 | 0,54 | 3,92 | 1,27 | 2,92 | 0,74 |
| | Fabric. Prod. Min. Não-Metálicos | 42,7 | 0,62 | 383 | 0,16 | 0,20 | 0,50 | 1,07 | 0,35 | 1,35 | 0,34 |
| | Fabric. Prod. de Metal | 44,8 | 0,65 | 366 | 0,16 | 0,13 | 0,33 | 1,53 | 0,50 | 3,36 | 0,85 |
| | Fabric. Máq. e Equipamentos | 78,2 | 1,14 | 664 | 0,29 | 0,16 | 0,42 | 8,85 | 2,87 | 10,80 | 2,74 |
| | Máq. Escritório/Equip. Informát. | 143,7 | 2,09 | 474 | 0,20 | 0,70 | 1,80 | 12,90 | 4,19 | 13,96 | 3,54 |
| | Instr. Méd.-hosp., Precisão/Ópticos | 57,1 | 0,83 | 373 | 0,16 | 0,36 | 0,92 | 13,14 | 4,27 | 16,85 | 4,27 |
| | Fabric. Out. Equip. de Transporte | 95,2 | 1,38 | 422 | 0,18 | 0,80 | 2,06 | 5,69 | 1,85 | 6,58 | 1,67 |
| | Fabric. de Artigos do Mobiliário | 48,7 | 0,71 | 242 | 0,10 | 0,17 | 0,45 | 0,71 | 0,23 | 3,80 | 0,96 |
| | Fabric. Produtos Diversos | 41,4 | 0,60 | 455 | 0,20 | 0,26 | 0,66 | 1,87 | 0,61 | 5,14 | 1,30 |
| | Média Cluster | 52,9 | 0,77 | 443** | 0,19 | 0,31** | 0,81 | 2,65 | 0,86 | 3,49 | 0,88 |
| 2 | Fabric. Prod. Alimentos | 82,6 | 1,20 | 1.364 | 0,59 | 0,19 | 0,49 | 2,04 | 0,66 | 2,56 | 0,65 |
| | Fabric. Bebidas | 132,7 | 1,93 | 1.369 | 0,59 | 0,44 | 1,14 | 4,10 | 1,33 | 6,94 | 1,76 |
| | Fabric. Prod. Têxteis | 91,7 | 1,33 | 790 | 0,34 | 0,15 | 0,38 | 2,64 | 0,86 | 6,17 | 1,56 |
| | Couros, Arterf. Couro e Calçados | 91,4 | 1,33 | 1.243 | 0,53 | 0,20 | 0,51 | 0,92 | 0,30 | 5,33 | 1,35 |
| | Coque, Comb. Nucleares e Álcool | 319,6 | 4,64 | 909 | 0,39 | 0,24 | 0,61 | 1,53 | 0,50 | 4,25 | 1,08 |
| | Fabric. Produtos Farmacêuticos | 154,3 | 2,24 | 835 | 0,36 | 0,18 | 0,47 | 12,06 | 3,92 | 8,20 | 2,08 |
| | Metalurg. Não-Ferrosos/Fundição | 81,4 | 1,18 | 1.352 | 0,58 | 0,44 | 1,12 | 2,22 | 0,72 | 4,36 | 1,10 |
| | Fabric. Máq., Apar. e Mat. Elétrico | 84,9 | 1,23 | 897 | 0,39 | 0,35 | 0,89 | 11,42 | 3,71 | 9,57 | 2,43 |
| | Fabric. Mat. Eletrôn. Básico | 98,9 | 1,44 | 995 | 0,43 | 0,63 | 1,63 | 9,87 | 3,20 | 8,14 | 2,06 |
| | Fabric. Apar. Equip. Comunicação | 176,3 | 2,56 | 958 | 0,41 | 0,48 | 1,24 | 13,55 | 4,40 | 13,82 | 3,50 |
| | Fabric. Peças/Acess. p/ Veículos | 174,3 | 2,53 | 890 | 0,38 | 0,20 | 0,52 | 14,44 | 4,69 | 11,58 | 2,94 |
| | Média Cluster | 97,6 | 1,42 | 1.055** | 0,45 | 0,32** | 0,82 | 3,72 | 1,21 | 4,98 | 1,26 |
| | 3 | Fabric. Prod. Fumo | 305,9 | 4,44 | 1.917 | 0,82 | 0,86 | 2,20 | 32,29 | 10,48 | 10,91 |
| Fabric. Celulose e out. Pastas | | 302,2 | 4,39 | 1.462 | 0,63 | 0,86 | 2,20 | 4,63 | 1,50 | 13,88 | 3,52 |
| Média Cluster | | 304,8 | 4,43 | 1.690** | 0,73 | 0,86** | 2,21 | 24,32 | 7,90 | 11,67 | 2,96 |
| 4 | Refino do Petróleo | 837,0 | 12,15 | 35.891 | 15,43 | 0,99 | 2,55 | 38,14 | 12,38 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | Produtos Siderúrgicos | 264,9 | 3,85 | 3.303 | 1,42 | 0,49 | 1,26 | 4,75 | 1,54 | 6,08 | 1,54 |
| 6 | Automotiva (exceto peças/acess.) | 163,2 | 2,37 | 11.306 | 4,86 | 0,66 | 1,69 | 2,43 | 0,79 | 4,60 | 1,17 |
| BRASIL | 68,9 | 1,00 | 2.327** | 1,00 | 0,39** | 1,00 | 3,08 | 1,00 | 3,95 | 1,00 | |

Fonte: IBGE - PINTEC 2000. Elaboração Própria.

Legenda: P.O. = Total de Pessoal Ocupado.

Notas: (*) Quota de Mercado das 4 empresas líderes do setor; (**) Calculada a partir da Média Setorial.

Apresentando indicadores de tamanho maiores e concentração de mercado parecida com a do *cluster 1*, o *cluster 2* mantém a não-uniformidade nas variáveis de orientação exportadora e controle de capital. A composição deste agrupamento também inclui setores de desempenho tecnológico mais limitado e setores com maiores oportunidades

tecnológicas. Dentre os primeiros, pode-se incluir as indústrias ‘Alimentícias’, ‘Têxtil’ de ‘Bebidas’ e de ‘Couro/ Calçados’. Dentre os últimos, figuram setores como ‘Eletrônico’, ‘Farmacêutico’, de ‘Máquinas/Equipamentos Elétricos’, de ‘Aparelhos/Equipamentos de Comunicação’ e de ‘Peças Automotivas’.

Formado pelos setores de ‘Fumo’ e de ‘Celulose e Outras Pastas’, o terceiro *cluster* se caracteriza por apresentar indicadores de tamanho bem superiores ao dos dois antecessores, com uma concentração de mercado média também significativa (86% para as quatro líderes). Novamente, a variável relacionada ao capital controlador se mostrou desencontrada, ao passo que a propensão exportadora destes dois setores pareceu mais homogênea, firmando-se em patamar de aproximadamente 3 vezes a média nacional.

O setor de ‘Refino de Petróleo’, que isoladamente forma o *cluster* 4, pode ser considerado um setor *sui generis*. Altamente concentrado (CR4 = 99%), e com indicadores de tamanho igualmente altos, o setor conta com maciça presença de capital estrangeiro ao mesmo tempo em que indica a inexistência de firmas exportadoras.

Os *clusters* 5 e 6 são compostos, respectivamente, pelas indústrias ‘Siderúrgica’ e ‘Automotiva’, e apresentam variáveis de tamanho médio que se colocam em posição intermediária entre os *clusters* 2 e 3. Já o tamanho mínimo eficiente de ambos só não supera o do *cluster* 4, enquanto que o nível de concentração também pode ser considerado elevado (CR4 de 0,49 para a indústria ‘Siderúrgica’ e de 0,66 para a ‘Automotiva’). A propensão exportadora destes agrupamentos é ligeiramente superior à média nacional, ao passo que a presença de capital estrangeiro na ‘Siderurgia’ é maior que a média brasileira, fato que não se repete no setor ‘Automotivo’⁴¹.

O grau de afastamento entre alguns *clusters* é considerável, evidenciando a heterogeneidade das variáveis tratadas neste módulo. De acordo com a Tabela 3.16, apenas os *clusters* 1, 2 e 3 podem ser considerados relativamente próximos entre si, sendo que as distâncias *euclidianas* dos agrupamentos 4, 5 e 6 são de grande magnitude mesmo para os agrupamentos mais próximos.

A Figura 3.5 também transmite esta intuição, apresentando os contornos das dimensões padronizadas dos 3 primeiros *clusters* bem próximos entre si, enquanto que os formatos dos polígonos associados aos *clusters* 4, 5 e 6 assumem características mais peculiares. O *cluster* 6 demonstra uma ligeira projeção das características associadas às

⁴¹ Vale ressaltar, novamente, que este resultado possivelmente seria diferente se este recorte setorial não incluísse as indústrias fabricantes de carrocerias e reboques.

variáveis de concentração e tamanho mínimo eficiente. O *cluster* 4 exibe as maiores dimensões para todas as variáveis, exceto para a propensão exportadora, que é nula. Já o *cluster* 5 é proeminente nos indicadores de controle externo do capital, orientação exportadora e CR4.

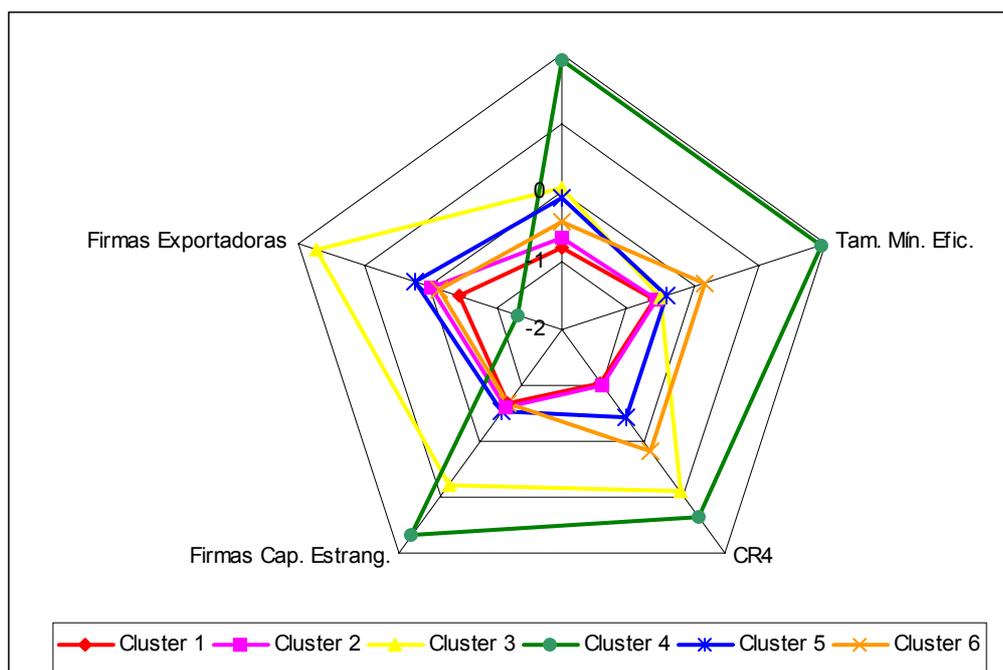
Tabela 3.16:
Matriz de Proximidade da Análise de Clusters - Estrutura e Desempenho*

| | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | Cluster 4 | Cluster 5 | Cluster 6 |
|-----------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| Cluster 1 | - | 615,5423 | 1.274,2116 | 35.456,2573 | 2.866,7952 | 10.863,3042 |
| Cluster 2 | 615,5423 | - | 664,1428 | 34.843,3393 | 2.252,0041 | 10.251,3107 |
| Cluster 3 | 1.274,2116 | 664,1428 | - | 34.205,2487 | 1.614,8385 | 9.617,9575 |
| Cluster 4 | 35.456,2573 | 34.843,3393 | 34.205,2487 | - | 32.593,0218 | 24.594,2324 |
| Cluster 5 | 2.866,7952 | 2.252,0041 | 1.614,8385 | 32.593,0218 | - | 8.003,6462 |
| Cluster 6 | 10.863,3042 | 10.251,3107 | 9.617,9575 | 24.594,2324 | 8.003,6462 | - |

Fonte: Elaboração Própria.

Nota: (*) Em negrito, o *cluster* mais próximo.

Figura 3.5:
Dimensões Padronizadas das Características de Estrutura e Desempenho*



Fonte: IBGE – PINTEC 2000. Elaboração Própria.

Nota: (*) Construídas a partir das médias dos *clusters*.

As estatísticas apresentadas nesta seção sugerem que não há uma associação clara entre variáveis de estrutura industrial e desempenho inovador. Constatou-se que o tamanho médio das firmas e a concentração de mercado dos setores mais dinâmicos tecnologicamente podem variar bastante, ainda que se possa argumentar que os setores

com indicadores tecnológicos mais modestos são também caracterizados pela grande incidência de empresas de pequeno porte e pela baixa concentração de mercado.

É possível indicar que os setores mais intensivos em investimentos inovativos e com maiores propensões à obtenção de resultados apresentam indicadores de tamanho médio bem próximos da média nacional, com tamanho mínimo eficiente e concentração de mercado abaixo desta. Estes são os casos, por exemplo, dos setores de ‘Produtos Químicos’, de ‘Máquinas e Equipamentos’, de ‘Instrumentos Médicos e de Precisão’, de ‘Máquinas e Aparelhos Elétricos’ e de ‘Máquinas e Materiais Eletrônicos’⁴².

É conveniente ressaltar a existência de alguns setores de tamanho médio e concentração de mercado elevadas dentre os detentores dos mais altos indicadores inovativos, como é o caso dos setores ‘Automotivo’, de ‘Aparelhos e Equipamentos de Comunicação’ e de ‘Refino de Petróleo’. Entretanto, assim como fora diagnosticado por Archibugi et al. (1991) para o caso italiano, a participação de setores caracterizados por empresas de menor porte no grupo de setores mais inovativos do Brasil não pode ser ignorada.

Além disso, os mesmos setores caracterizados pelos reduzidos indicadores de tamanho e de concentração de mercado integram a lista dos setores com o melhor desempenho exportador, o que pode significar que os esforços inovativos têm conferido ganhos de competitividade internacional para estas indústrias.

Por último, um breve exame da relação entre indicadores tecnológicos e a participação de capital estrangeiro no controle das empresas revela que nos setores onde a presença do capital externo é mais incisiva, a intensidade dos esforços e os resultados inovativos são mais ostensivos. Tal evidência é confirmada nos seguintes setores (todos com proporções de empresas controladas por capital estrangeiro acima da média brasileira): ‘Máquinas e Equipamentos’, ‘Instrumentos Médicos e de Precisão’, ‘Produtos Químicos’, ‘Máquinas para Escritório/Informática’, ‘Máquinas e Material Elétrico’, ‘Material Eletrônico’, ‘Peças Automotivas’ e ‘Refino de Petróleo’.

Tais resultados, até certo ponto esperados e já assinalados por Kannebley Jr. et al. (2004), coincidem com os resultados encontrados em outros países como Itália (Archibugi et al., 1991), Espanha (Ruiz, 1997, 2000) e Argentina (Chudnovsky et al., 2003). Ao mesmo tempo, expõem uma vulnerabilidade do Brasil em termos da construção da

⁴² Dentre os setores mencionados, este último foi o único a destoar das características assinaladas, apresentando concentração de mercado (CR4) um pouco acima da média brasileira.

competitividade tecnológica internacional. Conforme salienta Araújo (2004), reconhece-se que empresas multinacionais tendem a conduzir as atividades tecnológicas mais importantes em seus países-sede, ficando a cargo das subsidiárias o desenvolvimento de atividades relacionadas à adaptação de tecnologias, com encadeamento tecnológico bem mais limitado.

Ao longo de todos os módulos, foram expostas as variáveis disponíveis e consideradas importantes para se esboçar uma padronização setorial da inovação na indústria brasileira. A seção seguinte tenta alinhar os argumentos expostos neste trabalho, caminhando para o estabelecimento de estilizações do fenômeno da inovação no Brasil.

3.6 Padrões Setoriais de Inovação na Indústria Brasileira em 2000

Estudos como o que está sendo proposto nesta dissertação 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 3.1 apresenta um esforço de síntese do comportamento inovador e estrutural dos setores industriais brasileiros, estabelecendo um contraponto com a padronização *pavittiana*⁴³.

O quadro foi construído levando-se em conta as composições dos *clusters* desenvolvidos nas seções anteriores. 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

⁴³ Obviamente, algumas generalizações observadas no Quadro 3.1 podem empobrecer a análise, reduzindo questões de grande complexidade.

**Quadro 3.1 (continua):
Padrão Setorial da Mudança Tecnológica na Indústria Brasileira em 2000**

| Setores | Origem da Inovação | | | Conhecimento / Aprendizagem Predominante | Foco da Trajetória Tecnológica | Resultados Inovativos | |
|---|----------------------|-------------|---------------------------|--|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| | Interna / Externa | Intensidade | Principal Fonte | | | Produto / Processo | Radical / Increment. |
| Setores Dominados por Fornecedores | | | | | | | |
| Indústria Extrativa | Externa | Baixa | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Negligenciável | Processo | Incremental |
| Fabric. Prod. Alimentícios | Ambas | Baixa | Marketing | Conh. Tácito | Negligenciável | Processo | Incremental |
| Fabric. Bebidas | Externa | Baixa | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Redução Custos | Processo | Incremental |
| Fabric. Prod. Têxteis | Externa | Alta | Máq./Equip. | Conh. Tácito/Codificado | Negligenciável | Processo | Incremental |
| Confec. Art. Vestuário/Acess. | Externa | Média | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Negligenciável | Processo | Incremental |
| Couros, Artif. Couro e Calçados | Ambas | Média | Marketing | Variado | Negligenciável | Processo | Incremental |
| Fabric. Prod. Madeira | Externa | Alta | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Negligenciável | Processo | Incremental |
| Fabric. Papel, Emb. e Artif. Papel | Externa | Média | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Negligenciável | Processo | Incremental |
| Edição, Impres. Rep de Gravações | Externa | Média | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Red. Custos, Mud. Dim. Prodç. | Processo | Incremental |
| Coque, Comb. Nucleares e Álcool | Externa | Baixa | Máq./Equip. | Subcont., Int. Univ. | Enquad. Regulação | Processo | Incremental |
| Fabric. Art. Borracha e Plástico | Externa | Alta | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Redução Custos | Processo | Incremental |
| Fabric. Prod. Min. Não-Metálicos | Externa | Alta | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Negligenciável | Processo | Incremental |
| Fabric. Prod. de Metal | Ambas | Média | Treinan. e Máq./Equip. | Conh. Tácito | Negligenciável | Processo | Incremental |
| Fabric. de Artigos do Mobiliário | Externa | Média | Máq./Equip. | Conh. Tácito | Foco Misto | Processo | Incremental |
| Fabric. Produtos Diversos | Ambas | Média | Trein., Mark., Conh. Ext. | Conh. Tácito | Negligenciável | Processo | Incremental |
| Setores Fornecedores Especializados | | | | | | | |
| Fabric. Celulose e out. Pastas | Externa | Alta | P&D Ext. e Máq./Equip. | Subcont., Int. Univ. | Espec. Client., Impacto Amb. | Ambos | Ambas |
| Fabric. Máq. e Equipamentos | Interna | Alta | P&D | Variado | Espec. Client., Enquad. Regul. | Produto | Incremental |
| Fabric. Mat. Eletrôn. Básico | Ambas | Média | P&D e Máq./Equip. | Variado | Espec. Client., Enquad. Regul. | Produto | Ambas |
| Instr. Méd.-hosp., Precisão/Ópticos | Interna | Alta | P&D | Variado | Espec. Client., Enquad. Regul. | Produto | Incremental |
| Fabric. Peças/Acess. p/ Veículos | Ambas | Alta | D&E e Máq./Equip. | Variado | Flexibiliza Produção | Processo | Incremental |
| Fabric. Out. Equip. de Transporte | Interna | Alta | P&D | Conh. Tácito, Pesquisa | Espec. Client., Enquad. Regul. | Produto | Ambas |
| Setores Intensivos em Economias de Escala e de Produção em Massa | | | | | | | |
| Fabric. Prod. Fumo | Interna | Média | P&D | Conh. Codificado, Int. Univ. | Enquad. Regulação | Produto | Incremental |
| Refino do Petróleo | Interna | Média | P&D Int. e Ext. | Subcont., Int. Univ. | Foco Misto e Flexib. Prodç. | Produto | Radical |
| Produtos Siderúrgicos | Ambas | Alta | D&E e Máq./Equip. | Conh. Tácito, Int. Univ. | Enquad. Regulação | Processo | Incremental |
| Metalurg. Não-Ferrosos/Fundição | Interna | Média | D&E | Conh. Tácito | Foco Misto | Processo | Incremental |
| Automotiva (exceto peças/acess.) | Ambas | Alta | P&D Int., Ext., D&E | Conh. Tácito | Enquad. Regulação | Produto | Incremental |
| Setores Baseados na Ciência e Intensivos em P&D | | | | | | | |
| Fabric. Produtos Químicos | Ambas | Média | D&E e Conhec. Ext. | Pesquisa, Int. Univ. | Novos Merc., Enquad. Regul. | Produto | Incremental |
| Fabric. Produtos Farmacêuticos | Interna | Alta | P&D, D&E, Marketing | Conh. Codificado, Int. Univ. | Foco Misto e Enquad. Regul. | Ambos | Ambas |
| Fabric. Máq. Escrit./Equip. Informát. | Interna | Alta | P&D | Variado | Melhora Produto, Enquad. Regul. | Produto | Ambas |
| Fabric. Máq., Apar. e Mat. Elétrico | Ambas | Alta | P&D Int. e Ext. | Variado | Espec. Client., Enquad. Regul. | Produto | Incremental |
| Fabric. Apar. Equip. Comunicação | Ambas | Alta | P&D Int. e Ext. | Variado | Foco Misto, Enquad. Regul. | Produto | Ambas |

Fonte: IBGE - PINTEC 2000. Elaboração Própria.

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

**Quadro 3.1 (continuação):
Padrão Setorial da Mudança Tecnológica na Indústria Brasileira em 2000**

| Setores | Tamanho Médio | Concentr. de Mercado | Participação Capital Estrang. | Propensão Exportadora |
|---|---------------|----------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Setores Dominados por Fornecedores | | | | |
| Indústria Extrativa | Pequeno | Alta | Baixa | Baixa |
| Fabric. Prod. Alimentícios | Médio | Baixa | Baixa | Baixa |
| Fabric. Bebidas | Grande | Média | Média | Média |
| Fabric. Prod. Têxteis | Médio | Baixa | Baixa | Média |
| Confec. Art. Vestuário/Acess. | Pequeno | Baixa | Baixa | Baixa |
| Couros, Artef. Couro e Calçados | Médio | Baixa | Baixa | Média |
| Fabric. Prod. Madeira | Pequeno | Baixa | Baixa | Baixa |
| Fabric. Papel, Emb. e Artef. Papel | Médio | Baixa | Média | Baixa |
| Edição, Impres. Rep de Gravações | Pequeno | Baixa | Baixa | Baixa |
| Coque, Comb. Nucleares e Álcool | Muito Grande | Baixa | Baixa | Média |
| Fabric. Art. Borracha e Plástico | Pequeno | Baixa | Média | Baixa |
| Fabric. Prod. Min. Não-Metálicos | Pequeno | Baixa | Baixa | Baixa |
| Fabric. Prod. de Metal | Pequeno | Baixa | Baixa | Baixa |
| Fabric. de Artigos do Mobiliário | Pequeno | Baixa | Baixa | Baixa |
| Fabric. Produtos Diversos | Pequeno | Baixa | Baixa | Média |
| Setores Fornecedores Especializados | | | | |
| Fabric. Celulose e out. Pastas | Muito Grande | Muito Alta | Média | Muito Alta |
| Fabric. Máq. e Equipamentos | Médio | Baixa | Alta | Alta |
| Fabric. Mat. Eletrôn. Básico | Médio | Alta | Muito Alta | Alta |
| Instr. Méd.-hosp., Precisão/Opticos | Pequeno | Baixa | Muito Alta | Muito Alta |
| Fabric. Peças/Acess. p/ Veículos | Grande | Baixa | Muito Alta | Alta |
| Fabric. Out. Equip. de Transporte | Médio | Muito Alta | Alta | Média |
| Setores Intensivos em Economias de Escala e de Produção em Massa | | | | |
| Fabric. Prod. Fumo | Muito Grande | Muito Alta | Muito Alta | Alta |
| Refino do Petróleo | Muito Grande | Muito Alta | Muito Alta | Nula |
| Produtos Siderúrgicos | Grande | Média | Alta | Média |
| Metalurg. Não-Ferrosos/Fundição | Médio | Média | Baixa | Alta |
| Automotiva (exceto peças/acess.) | Grande | Alta | Baixa | Média |
| Setores Baseados na Ciência e Intensivos em P&D | | | | |
| Fabric. Produtos Químicos | Médio | Baixa | Muito Alta | Alta |
| Fabric. Produtos Farmacêuticos | Grande | Baixa | Muito Alta | Alta |
| Fabric. Máq. Escrit./Equip. Informát. | Grande | Alta | Muito Alta | Muito Alta |
| Fabric. Máq., Apar. e Mat. Elétrico | Médio | Baixa | Muito Alta | Alta |
| Fabric. Apar. Equip. Comunicação | Grande | Média | Muito Alta | Muito Alta |

Fonte: IBGE - PINTEC. Elaboração Própria.

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”.

Verificou-se, contudo, que tais setores demonstraram comportamentos típicos de setores “Dominados por Fornecedores”, caracterizados pela predominância de fontes externas de inovação – sobretudo aquisição de máquinas e equipamentos –, com resultados inovativos preponderantemente incrementais e consubstanciados em inovações de processo. O foco da trajetória tecnológica destes setores parece não estar bem definido, verificando-se também a prevalência de determinantes tácitos na conformação do

conhecimento e aprendizagem dos setores. Com relação às características estruturais e de desempenho, os setores encaixados neste padrão demonstram tamanho médio reduzido, com baixa concentração de mercado, baixa incidência de empresas controladas por capital estrangeiro e limitada propensão exportadora.

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. Além do foco da trajetória tecnológica estar claramente influenciado por exigências de clientes, nota-se que, conforme o esperado, prevalecem as inovações de produto ainda que com caráter incremental. As formas de conhecimento/aprendizagem são difusas, ao passo que a caracterização do tamanho médio varia de médio a grande, com concentração de mercado variada. O padrão também se destaca pela forte presença de capital estrangeiro e desempenho exportador acima da média brasileira.

A maior 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 demonstrou possuir grande conteúdo tecnológico, destacando-se também nos indicadores que tentaram captar adequação à exigências de clientes – características típicas de setores “Fornecedores Especializados”. Esta postura pode ser um indicativo de competitividade para esta indústria, remodelando seu papel na dinâmica industrial brasileira.

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, a indústria de ‘Outros Equipamentos de Transporte’ incorpora esta característica em virtude da inclusão do setor de produção aeronáutica.

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 capacitações tecnológicas, sendo até certo ponto surpreendente a importância atribuída para a interação com universidades e centros de pesquisa neste padrão.

Nota-se que o enquadramento em normas regulatórias parece compor uma meta importante para as atividades tecnológicas. Os resultados típicos redundam tanto em inovações de processo como em inovações de produto, mais uma vez, predominantemente incrementais. A presença de capital estrangeiro no controle de empresas neste padrão tende a ser alta, assim como a concentração de mercado e a incidência de grandes empresas. Por se tratar de um padrão composto por setores produtores de *commodities* internacionais, esperava-se que a propensão exportadora verificada fosse maior.

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 padrão.

Por fim, nota-se que os setores de maior intensidade tecnológica como o ‘Químico’, o ‘Farmacêutico’, o de ‘Comunicação’, o de ‘Equipamentos Elétricos’ e o de ‘Máquinas de Escritório/Informática’ confirmam seu potencial tecnológico, encaixando-se no padrão dos setores “Baseados na Ciência e Intensivos em P&D”.

Tal concepção é congruente com as expectativas levantadas pela literatura, que apontam estas indústrias como intensivas no uso de fontes internas, com destaque para as atividades de P&D. Os determinantes de conhecimento e aprendizado são os mais 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 da indústria. No caso brasileiro, percebe-se a incidência tanto de inovações incrementais como radicais. Outra peculiaridade percebida neste estudo é a importância atribuída para as normas regulatórias na formação das trajetórias tecnológicas destes setores no Brasil.⁴⁴

Tanto a penetração de capital estrangeiro como a orientação exportadora foi bastante alta entre os setores que formam este padrão, e também apresentaram um tamanho

⁴⁴ Ainda que os setores caracterizados como “Baseados na Ciência e Intensivos em P&D” tenham apresentado os melhores indicadores inovativos em comparação com a média brasileira, não se pode questionar o fato de que muitos deles ainda demonstram comportamento inovativo limitado em comparação com outros países.

característico de médio para grande, contrastando com a baixa concentração de mercado em alguns segmentos.

Todos os resultados comentados apontam para a confirmação da existência de diferenciação inovadora fortemente influenciada por características setoriais na indústria brasileira. Tal como já fora citado, a hipótese de enquadramento dos setores industriais brasileiros em padronizações como a Pavitt (1984) e em outros estudos semelhantes parece bastante razoável, embora não se possa negar a existência de algumas especificidades na taxonomia proposta neste trabalho.

Os setores tecnologicamente mais intensivos lideram o processo inovador na indústria brasileira, congregando firmas de tamanho médio não muito elevado, com forte presença de capital estrangeiro e com alta propensão inovadora. Entretanto, mesmo nestes setores são percebidos impasses que não negam os aspectos emergentes da economia brasileira, ainda bastante dependente do ponto de vista tecnológico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

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

Cinco traços da atividade tecnológica foram estudados em módulos distintos, projetando-se diferentes *clusters* em cada um dos módulos. As características setoriais abordadas foram: 1) as fontes de inovação; 2) os tipos de conhecimento relevantes e as formas de aprendizagem; 3) o foco da trajetória tecnológica; 4) os resultados inovativos e; 5) as variáveis de estrutura e desempenho. Os principais resultados obtidos são sintetizados a seguir.

- i) Com relação às fontes de inovação, as características que mais diferenciam a atividade inovadora dos setores industriais brasileiros são as atividades de P&D, a aquisição de máquinas e equipamentos e as estratégias de *marketing* para o lançamento de novos produtos. Foram identificados 5 *clusters* neste módulo, sendo que os setores mais tradicionais congregam os agrupamentos pouco intensivos na dedicação de recursos para inovar, ao passo que os setores de maior oportunidade tecnológica dedicam um volume de recursos proporcionalmente maior para este fim. Em geral, os esforços internos e externos de inovação podem ser interpretados como complementares, e não substitutos entre si;

- ii) As 6 variáveis de conhecimento e aprendizagem relevantes para inovar se mostraram significativas para a formulação dos *clusters* no módulo correspondente. Foram estabelecidos 6 agrupamentos sem que houvesse uma forma de aprendizado ou tipo de conhecimento preponderante dentre os mesmos. Na medida em que as oportunidades tecnológicas entre os setores aumentavam, crescia também a relevância atribuída a todas as formas de conhecimento e aprendizagem, indiscriminadamente;
- iii) Também com relação ao foco das trajetórias tecnológicas, todas as variáveis pesquisadas se mostraram razoavelmente representativas. Nos ramos mais tradicionais da indústria não se percebe a predominância de nenhum foco de trajetória tecnológica. É possível identificar, contudo, alguns resultados interessantes como a especialização em demandas de clientes em setores reconhecidamente tratados como “fornecedores especializados”, ou ainda, o foco no aprimoramento tecnológico nos setores onde se espera uma atividade inovadora mais dinâmica;
- iv) Em termos dos resultados inovativos, parece haver uma correspondência razoável entre os *clusters* que mais dedicam recursos para inovar e aqueles mais propensos a obter resultados. As 6 variáveis tratadas foram significativas para a obtenção dos 5 *clusters* deste módulo, sendo possível argumentar que não existe uma especialização evidente em algum tipo de resultado entre os agrupamentos. Nota-se a existência de *clusters* pouco propensos à obtenção de qualquer tipo de resultado, enquanto outros apresentam inclinação a obter os mais variados resultados inovativos;
- v) O último módulo de investigação, que tratou de variáveis de estrutura e desempenho, teve sua formação altamente influenciada pelas variáveis de tamanho. Os 6 *clusters* obtidos parecem demonstrar não haver uma clara associação entre tamanho médio setorial e desempenho inovador. Pode-se mencionar, entretanto, que dentre os setores que integraram os *clusters* mais inovativos, a presença de capital controlador estrangeiro é bastante evidente.
- vi) As análises propostas em cada módulo corroboram, em grande medida, as taxonomias propostas anteriormente na literatura, sendo possível identificar, porém, algumas especificidades na padronização setorial da inovação na indústria brasileira. Citando alguns exemplos, percebe-se que o setor de

‘Borracha e Plástico’ tem um comportamento mais parecido com os setores ‘dominados por fornecedores’ do que com os setores de ‘fornecedores especializados’. Já o setor de ‘Celulose e Outras Pastas’ demonstra um comportamento que se assemelha com aquele verificado nos setores deste último padrão. O setor de ‘Fumo’ também apresenta resultados surpreendentes, emparelhando-se aos setores “intensivos em economias de escala e de produção em massa”.

Ao evidenciar o quão diversos são os perfis inovativos da indústria brasileira, os resultados obtidos sinalizam que políticas industriais lineares de estímulo à inovação podem não alcançar resultados efetivos para toda a indústria brasileira. A pluralidade de padrões setoriais de inovação fortalece o argumento de que as idiossincrasias de cada setor devem ser pesadas quando se pretende adotar medidas que de fato fomentem a atividade inovadora na indústria. Políticas de reversão do atraso tecnológico devem prestigiar ramos industriais de maior capacitação e competitividade (Castro, 2002), sendo que estudos deste tipo podem ser úteis no sentido de identificar as virtudes e deficiências de cada setor.

Deve-se mencionar que o presente trabalho não tinha a pretensão de esgotar a pesquisa sobre o tema, e deixa em aberto alguns campos de investigação que não foram solucionados com a análise aqui proposta. Em primeiro lugar, há se mencionar que o baixo nível de desagregação adotado na pesquisa pode ser um fator importante 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.

Em segundo lugar, é possível perscrutar os efeitos das variáveis utilizadas na formação dos padrões setoriais de inovação sobre o desempenho da indústria brasileira, analisando, por exemplo, seus reflexos sobre a produtividade e a competitividade internacional dos setores industriais.

Por fim, a consolidação de uma série histórica de pesquisas industriais de inovação tecnológica⁴⁵ facilita a formulação de estudos que investigam os efeitos de transbordamento das atividades inovativas que, indubitavelmente, devem ter efeito sobre as mudanças nos padrões setoriais de inovação ao longo do tempo. Este são apenas alguns

⁴⁵ No momento em que este estudo é finalizado estão sendo apresentados os primeiros resultados da PINTEC 2002, a segunda pesquisa da série que deve ser atualizada a cada dois anos.

exemplos de pesquisas que podem ser formuladas numa perspectiva histórica, ao contrário desta dissertação que precisou se limitar a uma análise estática no tempo.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)