

# **Regimes tecnológicos da indústria brasileira: uma contribuição para a análise empírica**

*Silvia Maria Guidolin*

Economista, mestre em Economia pelo PPGE–UFRGS

*Orlando Martinelli*

Professor do Departamento de Economia da UFSM e do PPGE–UFRGS

**Resumo:** Este artigo analisa regimes tecnológicos da indústria brasileira, tomando como referência analítica a tipologia de Marsili (2001). Para esse objetivo foram utilizados métodos da análise estatística multivariada e indicadores de tecnologia, inovação, estrutura de mercado e dinâmica industrial. Os testes empíricos não identificaram grupos setoriais significativamente distintos, modo que fosse possível identificar regimes tecnológicos. A análise de *clusters* evidenciou, através de novos agrupamentos setoriais, que a indústria brasileira possui regimes tecnológicos que diferem dos definidos para os países desenvolvidos.

**Palavras-chave:** Regimes Tecnológicos, Indústria Brasileira, Análise Estatística Multivariada.

**Abstract:** This article analyses technological regimes of the Brazilian industry taking as the analytical reference the Marsili's (2001) typology. To reach this objective, methods of multivariate statistical analysis and indicators of technology, innovation, market structure and industrial dynamics were used. The empirical tests carried through showed that the taxonomy of technological regimes didn't form significantly distinct sectorial groups, so that it could be possible to identify them. Moreover, the analysis of clusters evidenced, through new sectorial clusters, that the Brazilian industry has technological regimes that differs from the ones defined to the developed countries.

**Key words:** Technological Regimes, Brazilian Industry, Multivariate Statistical Analysis.

**JEL:** O30, O33

**ANPEC:** Área 8 – Economia Industrial e da Tecnologia

## Regimes tecnológicos da indústria brasileira: uma contribuição para a análise empírica

### 1 INTRODUÇÃO

A literatura teórica e empírica sobre regimes tecnológicos (RTs) – em geral construindo tipologias ou taxonomias, testes empíricos e modelos de simulação – busca, de forma integrada, captar analiticamente as diferenças e especificidades setoriais presentes nos respectivos processos inovativos, na estrutura de mercado e na dinâmica industrial, e assim compreender a evolução das indústrias. Nessa linha, podem ser destacados os trabalhos seminais de Nelson e Winter (1982), Winter (1984), Malerba e Orsenigo (1993; 1996), Breschi, Malerba e Orsenigo (2000) e Marsili (1999, 2001). A importância da exploração da relação entre estrutura e dinâmica industrial através da abordagem de RTs decorre da limitação das abordagens tradicionais sobre o tema na explicação empírica da evolução industrial, conforme aponta a extensa revisão realizada por Marsili (2001).

O objetivo geral deste trabalho – de natureza fundamentalmente empírica – é buscar identificar uma tipologia de RTs para a indústria brasileira, e, além disso, se ela apresenta configurações e/ou atributos similares às tipologias de RTs verificadas em indústrias (ou segmentos industriais) de economias desenvolvidas. Devido à amplitude do tema, buscou-se especificar o objetivo e utilizar a proposta de Marsili (2001) como referência analítica e metodológica para a tarefa. A escolha do trabalho de Marsili deve-se ao fato de que ele avança em relação ao de outros autores.

Os resultados deste trabalho ajudam a mapear alguns atributos tecnológicos e estruturais de setores industriais brasileiros, uma vez que podem indicar os seus graus de similaridade frente aos atributos dos RTs dos setores industriais de economias desenvolvidas. Se os graus de similaridade forem relativamente altos, pode-se supor que na indústria brasileira foram internalizados processos de aprendizado tecnológico e de geração de inovação miméticos aos das economias desenvolvidas. Caso contrário, evidencia-se que o comportamento dos setores brasileiros apresenta padrões distintos e específicos.

Estudos empíricos sobre regime tecnológicos nesta perspectiva ainda não foram realizados para o caso brasileiro<sup>1</sup>. A contribuição deste artigo ocorre, assim: a) pela adoção de uma tipologia de RTs mais abrangente, em termos de indicadores de padrões de atividade inovativa, de estrutura de mercado e dinâmica industrial; b) pela metodologia empírica com a utilização de análise estatística multivariada, ainda pouco explorada<sup>2</sup> pelos estudos empíricos sobre inovação no Brasil.

Após esta introdução, o artigo apresenta os procedimentos metodológicos adotados. Na seção seguinte, apresentam-se os resultados em duas partes. Numa primeira etapa verifica-se a adequação da tipologia de RTs em diferentes modelos, através de análise de componentes principais e análise discriminante. Em uma segunda etapa, buscou-se explorar quais seriam as formas de agrupamento que os setores industriais brasileiros estabelecem em termos de RTs. Para isso, foi realizada a análise de *clusters*, buscando identificar um modelo que tivesse bons resultados classificatórios. Finalizando, são apontadas algumas breves conclusões.

### 2 METODOLOGIA

Este artigo de tem como principal referência analítica o trabalho de Marsili (2001). A tipologia apresentada pela autora foi elaborada com o objetivo de contribuir para a interpretação da relação entre inovação, estrutura e dinâmica industrial, e tem entre suas principais referências os artigos de Winter (1984), Pavitt (1984) e Malerba e Orsenigo (1996). Estes trabalhos são centrais na discussão sobre as características tecnológicas e inovativas comuns a grupos de indústrias, e respaldam os pressupostos de que, ainda que existam diferenças entre os ambientes institucionais no qual estas indústrias se desenvolvem, tal como abordam os Sistemas Nacionais de Inovação, bem como entre as firmas de uma mesma indústria, as características indústria-específicas – ou os “imperativos tecnológicos” – apresentam persistência sistemática e sustentada derivada de seus regimes tecnológicos. O artigo de Marsili e

<sup>1</sup> Há os trabalhos de Zucoloto (2004) e Gonçalves e Simões (2005), que seguem a taxonomia proposta por Pavitt (1984), e concentram-se na análise das questões relativas à inovatividade da indústria brasileira, em termos de esforços inovativos e taxas de inovação.

<sup>2</sup> No Brasil, destaca-se também a extensa pesquisa organizada por Salerno e De Negri (2005). Os estudos internacionais, por sua vez, tem amplamente utilizado técnicas de análise estatística multivariada entre os quais vale destacar Breschi, Malerba e Orsenigo (2000); Jong e Marsili (2006); Castellacci (2004) e Peeters, Swinnen e Tiri (2004).

Verspagen (2002) fez o teste empírico da tipologia de Marsili (2001) para o caso holandês, identificando os RTs através de técnicas de análise multivariada, e desta forma, apresentando uma possibilidade de análise empírica dos RTs para diferentes países.

### 2.1 A tipologia de regimes tecnológicos de Marsili

Marsili (2001) construiu a tipologia de RTs com base numa extensa análise de indicadores sobre empresas, inovações, estruturas de mercado, e atividades de pesquisa e desenvolvimento que pudessem estar relacionados aos atributos e à dinâmica dos RTs. A partir de características indústria-específica destes indicadores, foram identificados cinco RTs, quais sejam: a) baseado em ciência; b) processos fundamentais; c) sistemas complexos de conhecimento; d) engenharia de produto e, e) processos contínuos. Contudo, há uma série de características dos processos inovativos que distingue os RTs, tais como: 1) níveis de oportunidade tecnológica; 2) barreiras à entrada tecnológicas; 3) cumulatividade; 4) diversidade tecnológica interfirmas; 5) diferenciação da base de conhecimentos; 6) fontes de oportunidade tecnológica (o quanto setores e empresas divergem em termos de aprendizado a partir da produção, uso, interação, utilização de fontes externas de C & T). O trabalho empírico dessas características pode ser realizado pela construção de indicadores específicos (ver Marsili, 2001 e Guidolin, 2007). Os RTs estão sintetizados no Quadro 1.

A metodologia para a análise empírica dos RTs da indústria brasileira foi realizada em duas etapas. Em uma primeira análise, adotaram-se os mesmos procedimentos utilizados por Marsili e Verspagen (2002), quais sejam, a análise de componentes principais e a análise discriminante, pois se considera que os métodos multivariados são mais adequados ao tema em estudo. Algumas adaptações foram necessárias, no entanto, devido às diferenças entre os dados obtidos para o Brasil e os utilizados pelos autores no caso holandês. Os resultados são apresentados na seção 3. Contudo, estes resultados não foram considerados suficientes para os objetivos do trabalho, de modo que foi aplicado um procedimento empírico adicional – a análise de agrupamentos (*cluster*) – para que fosse possível verificar que, se não existem correspondências evidentes entre as características dos setores industriais brasileiros e as dos RTs propostos pela literatura, quais são os padrões que podem ser identificados no Brasil.

**Quadro 1. Caracterização dos RTs**

RTs	Oportunidade tecnológica	Barreiras tecnológicas à entrada em conhecimento/escala	Persistência da inovação	Diversidade entre firmas	Diferenciação das bases de conhecimento (principais direções)	Fontes externas de conhecimento	Ligações com a pesquisa acadêmica (campos de conhecimento)	Natureza da inovação	Setores industriais
Baseado em ciência	Alta	Alta (conhecimento)	Alta	Baixa	Baixa (horizontal e à montante, exceto na farmacêutica)	Instituições públicas e joint ventures	Forte e direto (principalmente campos de conhecimento não pervasivos)	Produto	<i>Baseado em ciências da vida:</i> Medicamentos e bioengenharia  <i>Baseado em ciências físicas:</i> Computadores Telecomunicações Instrumentos (fotografia e fotocópia)
Processos básicos	Média	Alta (escala)	Alta	Média	Baixa (horizontal e à montante)	Firmas subsidiárias e usuários	Muito importante e direta (ciências básica e aplicada)	Processo	Química Mineração e petróleo
Sistemas complexos	Média	Média/alta	Alta em tecnologia mas não em produtos	Média	Alta (à montante)	Sistema complexo de fontes	Muito importante mas indireta (engenharia)	Produto	Veículos automotores Aeronáutica
Engenharia de produto	Média-alta	Baixa	Média-baixa	Alta	Alta (horizontal e à jusante)	Usuários	Não muito importante (engenharia mecânica pervasiva)	Produto	Máquinas não-elétricas Instrumentos (controles de máquinas, instrumentos mecânicos e elétricos)  Produtos fabricados de metal Produtos de borracha e plástico Outras manufaturas
Processos contínuos	Baixa	Baixa	Alta em metalurgia mas não em produtos (i.e. metais), e em materiais de construção Baixa em outros	Alta	Alta (à montante)  Baixa em alimentos, bebidas (à montante e horizontal)	Fornecedores Incorporado no capital	Não muito importante (ciência aplicada pervasiva i. e. metalurgia e materiais) Mais importante e direta em alimentos (ciência básica)	Processo	Processos metalúrgicos (metais básicos, materiais de construção) Processos químicos (têxteis, papel e madeira) Alimentos e bebidas (alimentos, bebidas e tabaco)

Fonte: Marsili (2001, p.94-95)

## 2.2 A referência empírica do caso holandês

Para testar a tipologia de Marsili (2001), Marsili e Verspagen (2002) levantaram um grande número de indicadores a partir de diferentes pesquisas realizadas na Holanda. Estes indicadores foram divididos em dois tipos. O primeiro relaciona características inovativas e tecnológicas, e o segundo, características da estrutura de mercado e dinâmica industrial. Os autores reduziram as variáveis através da análise de componentes principais. Os resultados foram documentados apenas para cinco grupos de variáveis, que tem por objetivo mensurar: oportunidade tecnológica, distribuição dos gastos com inovação, fontes externas de P&D, concentração de mercado e dinâmica industrial.

A partir dos indicadores formados através da análise de componentes principais, Marsili & Verspagen (2002) aplicam a análise discriminante a fim de identificar se os dados são capazes de separar os setores entre os regimes tecnológicos de Marsili (1999, 2001), de acordo com as classificações definidas *a priori* pela discussão teórica. Os autores argumentam que o uso da análise discriminante supera os estudos que utilizaram técnicas univariadas para verificar se uma variável difere entre regimes

tecnológicos, pois permite utilizar o poder de explicação e de inter-relação entre diferentes variáveis independentes. Em Dijk (2000), o autor fez testes de hipóteses para diferentes variáveis de estrutura e dinâmica industrial, a fim de verificar a diferença entre as médias dos regimes Schumpeter Mark I e Schumpeter Mark II. O trabalho de Marsili e Verspagen (2001) também usa técnicas univariadas para testar a diferença entre as médias dos regimes tecnológicos propostos em Marsili (2001), mas utiliza apenas variáveis sobre tecnologia e inovação. Sendo assim, a proposta de Marsili e Verspagen (2002) supera estes trabalhos tanto pelo uso de técnicas multivariadas<sup>3</sup> como pela união de variáveis de tecnologia e inovação com as de estrutura de mercado e dinâmica industrial para diferenciar os regimes tecnológicos.

De acordo com os resultados obtidos, os autores apontam que para a indústria holandesa, apenas algumas variáveis foram suficientes para fazer a discriminação entre os regimes tecnológicos. Com relação às variáveis de tecnologia, os autores destacam quatro: oportunidades tecnológicas, fontes externas de P&D, relação entre inovadores em produto e em processo e a distribuição dos gastos em inovação. Já sobre os dados de estrutura de mercado e dinâmica industrial, os resultados são distintos. Na primeira análise discriminante, foram relevantes apenas os dados estáticos de estrutura industrial, que refletem principalmente o grau de concentração de mercado. Quando combinados com os dados de oportunidade tecnológica e fontes de inovação, estes dados fizeram a distinção adequada dos regimes, como elevadas oportunidades tecnológicas e concentração de mercado nos regimes de processos básicos e baseado em ciência. Na segunda análise, os regimes foram discriminados também pela importância da entrada de firmas, inclusive empreendedora, associada às oportunidades tecnológicas (regime de sistemas complexos) em detrimento dos regimes nos quais a alta taxa de entrada também está associada à alta taxa de saída (regimes baseado em ciência e engenharia de produto).

As conclusões apontadas pelos autores mostram que a abordagem de regimes tecnológicos constitui um enfoque bastante interessante para analisar as variáveis de processos de inovação e evolução industrial. Os resultados indicam que uma divisão mais ampla que os regimes Schumpeter Mark I e Schumpeter Mark II é consistente com os resultados empíricos. No entanto, ainda é preciso avançar nas pesquisas na dimensão temporal, bem como nos aspectos dos padrões de concorrência.

### 2.3 Descrição e fonte dos dados para o caso brasileiro

Para a aplicação da metodologia no caso brasileiro, foram coletados dados para os setores da Classificação Nacional das Atividades Econômicas - CNAE nas seções C (indústrias extrativas) e D (indústrias de transformação), no nível de agregação de três dígitos, o que forma 110 grupos de atividade econômica<sup>4</sup>. Estes grupos também foram classificados *a priori* nos RTs de Marsili (2001). As pesquisas das quais foram extraídos os dados foram a PINTEC<sup>5</sup> e a PIA, da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, e o Relatório Anual de Informações Sociais – RAIS, do Ministério do Trabalho e Emprego – MTE. Os dados foram disponibilizados através de parceria com o IPEA, que processou os microdados necessários para a aplicação estatística. Os dados referem-se sempre ao ano de 2003<sup>6</sup>, que é o ano de referência da PINTEC 2001-2003. Ressalta-se que a análise para o Brasil é realizada com adaptações, diante das restrições em termos de variáveis disponíveis e sigilo de dados. A descrição de todas as variáveis utilizadas encontra-se nos quadros a seguir.

<sup>3</sup> Marsili e Verspagen (2002) utilizaram o método stepwise na análise discriminante, utilizando como método a minimização do  $\lambda$  de Wilks, e como critério de significância os valores p da estatística F, sendo 0,05 para a entrada da variável, e 0,1 para a saída. A classificação dos setores nos regimes tecnológicos baseou-se em probabilidades a priori proporcionais ao número de setores no regime. Os autores apresentaram os resultados para duas análises: a primeira, na qual foram utilizados os primeiros fatores da análise de componentes principais, e a segunda, na qual foram utilizados os três fatores de cada grupo da análise de componentes principais. A opção pelo método stepwise decorre do fato dos autores buscarem identificar quais as variáveis mais importantes na discriminação dos regimes. Como se tratam de cinco variáveis categóricas dependentes (os regimes tecnológicos), foram estimadas quatro funções discriminantes. Além dos fatores da análise de componentes principais, também foram utilizadas variáveis individuais, como produtividade média do trabalho para o ano de 1993 e a razão entre empresas inovadoras de produto e as inovadoras de processo.

<sup>4</sup> O grupo CNAE 23.3 – Elaboração de combustíveis nucleares foi excluído da análise, pois nenhuma das variáveis coletadas estava disponível.

<sup>5</sup> Ressalta-se que o conceito de inovação adotado pela PINTEC é bastante amplo, pois se considera inovação qualquer produto/processo novo ou substancialmente aprimorado para a empresa ou para o mercado nacional.

<sup>6</sup> A exceção é a taxa de entrada de empresas, que para os setores nos quais não havia dados em 2003, foram usados valores de 2002 ou 2001.

**Quadro 2. Variáveis sobre tecnologia e inovação**

Variável	Descrição	Fonte
POPED	Pessoas em atividade de P&D sobre total de pessoal ocupado da amostra	PINTEC
PERCINOV	Percentual de firmas que inovaram entre o total de empresas	PINTEC
RECINOV	Média da participação percentual dos produtos inovadores na receita líquida de vendas <sup>1</sup>	PINTEC
INOVPD	Percentual de firmas que inovaram em produto entre as firmas inovadoras	PINTEC
INOVPD	Percentual de firmas que inovaram em processo entre as firmas inovadoras	PINTEC
INFOPED	Percentual de firmas que consideram a fonte de informação interna Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
INFOFIRM	Percentual de firmas que consideram a fonte de informação interna Outras áreas com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
INFOSUBS	Percentual de firmas que consideram a fonte de informação externa Outras empresas do grupo com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
INFOFORN	Percentual de firmas que consideram a fonte de informação externa Fornecedores com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
INFOCLI	Percentual de firmas que consideram a fonte de informação externa Clientes ou consumidores com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
INFOCONC	Percentual de firmas que consideram a fonte de informação externa Concorrentes com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
INFOCONS	Percentual de firmas que consideram a fonte de informação externa Empresas de consultoria e consultores independentes com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
INFOUNI	Percentual de firmas que consideram a fonte de informação externa Universidades e institutos de pesquisa com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
INFOASST	Percentual de firmas que consideram a fonte de informação externa Centros de capacitação profissional e assistência técnica com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
INFOINST	Percentual de firmas que consideram a fonte de informação externa Instituições de testes, ensaios e verificações com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
INFOPAT	Percentual de firmas que consideram a fonte de informação externa Licenças, patentes e <i>Know how</i> com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
INFOPUBL	Percentual de firmas que consideram a fonte de informação externa Conferências, encontros e publicações especializadas com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
INFOFAIR	Percentual de firmas que consideram a fonte de informação externa Feiras e exposições com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
INFONETS	Percentual de firmas que consideram a fonte de informação externa Redes de informação informatizadas com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
IMPPEDIN	Percentual de firmas que consideram Atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
IMPPDEX	Percentual de firmas que consideram Aquisição externa de Pesquisa e Desenvolvimento com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
IMPAQUI	Percentual de firmas que consideram Aquisição de outros conhecimentos externos com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
IMPMAQ	Percentual de firmas que consideram Aquisição de máquinas e equipamentos com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
IMPTREIN	Percentual de firmas que consideram Treinamento com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
IMPINTRO	Percentual de firmas que consideram Introdução das inovações tecnológicas no mercado com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC
IMPPROJ	Percentual de firmas que consideram Projeto industrial e outras preparações técnicas com importância alta ou média entre o total de firmas inovadoras	PINTEC

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: <sup>1</sup> Esta variável foi calculada da seguinte forma: fez-se a soma dos percentuais atribuídos por cada uma das empresas à receita dos produtos inovadores e dividiu-se este valor pelo número total de empresas do setor. Desta forma, a análise não reflete a apropriabilidade das inovações, que seria dada pelo percentual efetivamente apropriado pela indústria (valor da receita líquida de vendas dos produtos inovadores da indústria dividido pelo faturamento), mas apenas uma estimativa da relevância dos produtos inovadores para a indústria, dado que o peso relativo de cada empresa no faturamento total do setor não é considerado.

### Quadro 3. Variáveis sobre estrutura de mercado e dinâmica industrial

Variável	Descrição	Fonte
CLAS1A_3	Participação das firmas com 1-10 empregados no número total de empregos do setor <sup>1</sup>	RAIS
CLAS02_3	Participação das firmas com 11-50 empregados no número total de empregos do setor	RAIS
CLAS03_3	Participação das firmas com 51-200 empregados no número total de empregos do setor	RAIS
CLAS04_3	Participação das firmas com mais de 200 empregados no número total de empregos do setor	RAIS
C4_3	Soma das participações das 4 maiores empresas no total do emprego do setor	RAIS
C20_3	Soma das participações das 20 maiores empresas no total do emprego do setor	RAIS
HERF_3	Somatório de 1 até N de (participação da empresa no emprego do setor) <sup>2</sup> , sendo N=número de empresas no setor	RAIS
ENTRY123	(número de novas firmas/total de firmas no mercado)*100	RAIS
EXIT03	(número de firmas que ecerraram atividades/total de firmas no mercado)*100	RAIS
PRODTME3	Valor da transformação industrial dividido pelo número de empregados	PIA

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: <sup>1</sup> Na faixa de 1-10 empregados aplicou-se uma correção excluindo as empresas de 0, 1 e 2 funcionários, para que a soma das faixas não fosse de 100%.

### 3 RESULTADOS

Os resultados da análise de componentes principais são apresentados de acordo com os 5 grupos de variáveis utilizados por Marsili e Verspagen (2002): oportunidade tecnológica, distribuição dos gastos com inovação, fontes externas de P&D, concentração de mercado e dinâmica industrial. Para os indicadores de oportunidade tecnológica estimados foram utilizados dados de pessoal em P&D como fração do pessoal ocupado total, percentual de firmas inovadoras, percentual de firmas com inovação de produto, percentual de firmas com inovação de processo, percentual de firmas inovadoras com atividades permanentes de P&D e a participação da receita dos produtos inovadores na receita líquida de vendas<sup>7</sup>, num total de cinco variáveis.

Antes de proceder com a análise de componentes principais, verificou-se a correlação dos dados. A matriz de correlação apresentou poucos resultados acima de 0,30, nos quais se destaca a relação negativa entre as empresas que inova em produto e as que inovam em processo (-0,540) e a relação positiva entre as empresas inovadoras em produto e a participação dos produtos inovadores na receita (0,450). Como as correlações foram baixas, o resultado do teste KMO não foi bom (0,477), mas o teste Barlett foi adequado. Este grupo de indicadores mensura a influência das atividades formais de P&D (pessoal ocupado em P&D), a frequência da inovação (percentual de empresas inovadoras em produto, em processo e total) e a importância da receita dos produtos inovadores para a empresa, que constitui o próprio estímulo para buscar as novas oportunidades de inovação. Os principais resultados da análise de componentes principais não rotacionada encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1. Análise de componentes principais para oportunidade tecnológica**

	Cargas fatoriais		
	Fator 1	Fator 2	Fator 3
% de empresas inovadoras em produto	0,882	-0,228	-0,066
% de empresas inovadoras em processo	-0,669	-0,005	0,680
% de empresas inovadoras (total)	0,482	0,605	0,071
% da receita dos produtos inovadores sobre o faturamento	0,498	-0,667	0,441
% de pessoas em P&D sobre o pessoal ocupado	0,507	0,469	0,511
Autovalor	1,963	1,083	0,927
% da variância explicada	39,235	21,654	18,547
% cumulativo da variância explicada	39,235	60,907	79,454

Fonte: Elaborada pelos autores.

Conforme apontam Hair e Anderson (2005), nas ciências humanas, componentes que com explicação em torno de 60% são adequados. Sendo assim, podemos dizer que os resultados obtidos são

<sup>7</sup> A receita líquida de vendas costuma ser utilizada como uma variável *proxy* de apropriabilidade. Contudo, neste caso, a forma como ela foi elaborada (descrita na nota 1 do quadro 1), traz uma indicação de qual a relevância dos produtos inovadores para o setor, traduzindo assim elementos de oportunidade tecnológica.

relevantes, pois os fatores três fatores extraídos respondem por 79,5% da variância total. O primeiro fator pode ser entendido como um resumo das variáveis que enfatiza as empresas que inovam em produto, devido sua maior carga fatorial (0,882), as quais possuem maior participação dos produtos inovadores na sua receita (0,498), possuem mais pessoas em atividades de P&D (0,507) e as distingue das empresas que possuem inovações em processo (-0,669), que cujas atividades inovativas são de caráter menos formal e explícito. O segundo fator está voltado para a frequência da inovação nas empresas, sem fazer distinção entre o caráter destas atividades (cargas elevadas em percentual de empresas inovadoras e pessoal ocupado em P&D), sendo que a participação da receita de vendas dos produtos inovadores teve relação negativa (-0,667). O terceiro fator está voltados para as empresas de inovação em processo (0,680).

No segundo grupo de variáveis foram utilizados dados sobre a importância relativa que as empresas atribuem a diferentes atividades inovativas: máquinas, P&D interno, P&D contratado, desenho industrial, *marketing* de novos produtos, treinamento e licenciamento. Os resultados obtidos se mostraram bastante consistentes. A matriz de correlação teve indicadores acima de 0,30 para a maior parte dos dados. Os resultados do teste KMO (0,724) e do teste Barlett também foram adequados para a análise, e a variância total explicada pelos três fatores chegou a 76,9%. O primeiro fator apresenta um resumo das informações, e tem correlação positiva com todas as variáveis, sendo a aquisição de máquinas e equipamentos (0,184) a única abaixo de 0,650. No segundo fator é possível identificar uma distinção entre os setores nos quais os esforços inovativos são mais deliberados e formais, com -0,377 para atividades internas de P&D, e os setores nos quais estas atividades são mais informais e dependem de fornecedores, pois as cargas positivas mais elevadas foram de 0,928 para aquisição de máquinas e 0,454 para treinamento. Por fim, o terceiro fator indica uma distinção entre as atividades internas das firmas, como P&D (-0,501) e projeto industrial (-0,343), e as atividades que envolvem interação no mercado, como aquisição de conhecimentos externos (0,580) e introdução de produtos no mercado (0,367).

**Tabela 2. Análise de componentes principais para atividades inovativas**

% de empresas inovadoras que consideram as seguintes atividades inovativas com importância média ou alta	Cargas fatoriais		
	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Projeto industrial e outras preparações técnicas	0,776	0,127	-0,343
Introdução das inovações tecnológicas no mercado	0,761	-0,204	0,367
Aquisição externa de P&D	0,757	-0,020	-0,063
Treinamento	0,721	0,454	-0,041
Atividades internas de P&D	0,671	-0,377	-0,501
Aquisição de outros conhecimentos externos	0,657	-0,264	0,580
Aquisição de máquinas e equipamentos	0,184	0,928	0,108
Autovalor	3,192	1,336	0,857
% da variância explicada	45,593	19,092	12,238
% cumulativo da variância explicada	45,593	64,685	76,923

Fonte: Elaborado pelos autores.

A análise do terceiro grupo de variáveis – fontes externas de P&D – para o caso brasileiro foi realizada de forma mais ampla, envolvendo a importância relativa das fontes de informação para a inovação internas e externas, num total de quatorze variáveis<sup>8</sup>. Os resultados em termos de correlação e seus testes (KMO de 0,794) foram bastante favoráveis. A variância explicada pelos três fatores ficou abaixo dos resultados anteriores, com 62,2%, mas ressalta-se que há grande número de variáveis com relações complexas a serem resumidas. Pelo critério do teste *scree*, a extração de fatores poderia ter avançado até o sexto fator, mas os autovalores ficam abaixo da unidade a partir do terceiro.

O primeiro fator teve explicação de 40,8% e suas cargas fatoriais foram positivas para todas as fontes de informação. As cargas mais altas ficaram em universidades e institutos de pesquisa (0,800); conferências, encontros e publicações especializadas (0,789); e centros de capacitação profissional e assistência técnica (0,780), enquanto as mais baixas foram em clientes (0,486), feiras e exposições (0,387)

<sup>8</sup> Outras variáveis como o principal responsável pela inovação ou o percentual de empresas que desenvolve atividades de P&D em cooperação com outras instituições não foram possíveis de serem utilizados pela grande quantidade de zeros presentes nas matrizes, o que inviabilizou a análise.



e outras áreas da firma (0,313). No segundo fator, destaca-se a interação com outras empresas no mercado, com cargas elevadas para as três últimas variáveis do primeiro fator, sendo que as redes de informação informatizadas também apresentaram correlação positiva (0,442) enquanto licenças, patentes e *know how*; outras empresas do grupo; e empresas de consultoria e consultores independentes tiveram cargas fatoriais de -0,441, -0,332 e -0,303, respectivamente. O último fator distingue as fontes de informação internas da firma, como P&D (0,548) e outras áreas da firma (0,438), das fontes externas, como fornecedores, com -0,491.

**Tabela 3. Análise de componentes principais para fontes de informação para inovar**

% de empresas inovadoras que consideram as seguintes fontes de informação com importância média ou alta	Cargas fatoriais		
	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Universidades e institutos de pesquisa	0,800	-0,256	0,056
Conferências, encontros e publicações especializadas	0,789	0,101	-0,052
Centros de capacitação profissional e assistência técnica	0,780	-0,214	-0,195
Instituições de testes, ensaios e verificações	0,728	-0,166	-0,073
Outras empresas do grupo	0,718	-0,332	0,269
Licenças, patentes e <i>know how</i>	0,672	-0,441	0,305
Empresas de consultoria e consultores independentes	0,669	-0,306	-0,254
Departamento de P&D da firma	0,656	0,076	0,548
Fornecedores	0,631	0,132	-0,491
Redes de informação informatizadas	0,546	0,442	-0,169
Concorrentes	0,541	0,156	-0,311
Feiras e exposições	0,387	0,732	-0,006
Clientes ou consumidores	0,486	0,535	0,100
Outras áreas da firma	0,313	0,477	0,438
Autovalor	5,719	1,839	1,148
% da variância explicada	40,847	13,134	8,203
% cumulativo da variância explicada	40,847	53,980	62,184

Fonte: Elaborado pelos autores.

No quarto grupo, que mede a concentração de mercado, foram incluídas as variáveis C4, C20, índice herfindahl, e a participação das empresas nas faixas<sup>9</sup> 1-10, 10-50, 50-200 e 200 ou mais empregados. Apesar da matriz de correlação entre as variáveis ter se mostrado adequada para análise, com grande parte dos valores acima de 0,30, o teste KMO teve resultado ruim (0,374). Por sua vez, o teste Barlett foi considerado adequado e a variância total explicada pelos três fatores chegou a 87,0%. No primeiro fator a correlação com as variáveis teve cargas elevadas para os índices de concentração e crescentes de acordo com o tamanho das empresas, sendo que este índice representou 50,7% da variância total. O segundo fator, apesar de sinais um pouco distintos, também tem suas cargas mais elevadas nas empresas da faixa de 10-50 (0,166) e 50-200 (0,929), e carga negativa para a faixa com mais de 200 empregados (-0,784). O terceiro fator obteve cargas fatoriais mais elevadas para as empresas entre 1-50 empregados, e negativo para empresas com mais de 50. Desta forma, é possível dizer que o primeiro fator indica concentração e grandes empresas, o segundo fator indica mercados com predominantemente empresas médias, enquanto o terceiro, mercados com mais empresas pequenas.

Os dados de dinâmica da estrutura de mercado disponibilizados para o Brasil referem-se apenas à taxa de entrada e saída tradicionais. Como só estão disponíveis duas variáveis, não foi realizada a análise de componentes principais para estes dados, que serão utilizados diretamente na análise discriminante.

Adicionalmente, foi aplicado o mesmo método de análise discriminante utilizado por Marsili e Verspagen (2002) para o caso holandês aos fatores obtidos na análise de componentes principais apresentada anteriormente, além de outras variáveis utilizadas de forma direta (previamente padronizadas), como taxa de entrada e saída, produtividade média do trabalho e razão entre empresas inovadoras em produto e em processo.

<sup>9</sup> Para o presente estudo, aplicou-se uma correção na faixa de 1-10 empregados, excluindo as empresas de 0, 1 e 2 funcionários, de modo que a soma das faixas não fosse de 100%. Isto deve ser feito por que quando a soma de todas as participações é 100%, o determinante da matriz de correlação dá zero, pois existe uma combinação linear entre as variáveis, impossibilitando a análise.

**Tabela 4. Análise de componentes principais para concentração de mercado**

	Cargas fatoriais		
	Fator 1	Fator 2	Fator 3
C4	0,931	0,010	0,308
C20	0,904	0,130	0,155
Índice Herfindahl	0,783	-0,141	0,473
% das empresas na faixa de 1 a 10 empregados	-0,723	-0,306	0,306
% das empresas na faixa de 10 a 50 empregados	-0,637	0,166	0,583
% das empresas na faixa de 50 a 200 empregados	0,279	0,929	-0,206
% das empresas na faixa de 200 ou mais empregados	0,499	-0,784	-0,295
Autovalor	3,551	1,635	0,905
% da variância explicada	50,731	23,359	12,931
% cumulativo da variância explicada	50,731	74,091	87,021

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados obtidos para o caso brasileiro, no entanto, tiveram baixos percentuais de acerto na classificação. Na análise realizada com apenas os primeiros fatores e as variáveis diretas, a taxa de acerto foi de 56,6% e na validação cruzada foi de 51,8%. Com um grupo maior de variáveis, incluindo os demais oito fatores extraídos, estes percentuais aumentam para 56,2% e 55,2%. Sendo assim, apesar das variáveis terem correlações que permitem um agrupamento semelhante ao do caso holandês, a classificação dos setores brasileiros nos RTs por Marsili (2001) não pode ser considerada satisfatória.

O método *stepwise*, que foi utilizado pelos autores, faz a discriminação dos grupos com o objetivo de utilizar apenas as variáveis mais relevantes, de modo que os resultados obtidos em termos de identificação dos RTs poderiam estar limitados pelo conjunto menor de variáveis. Por isso, foram realizadas novas estimações utilizando o método de estimação simultânea. Contudo, os resultados obtidos não foram melhores, principalmente em termos de validação cruzada. Alguns ajustes no sentido de tentar melhorar a estimação foram adotados, como excluir as taxas de entrada e saída de firmas da análise, por que estas possuem um grande número de elementos vazios, bem como a estimação direta das variáveis mais relevantes padronizadas previamente. Mesmo assim a taxa de validação cruzada ficou sempre abaixo de 60%. A Tabela 5 apresenta um resumo dos resultados destas estimações.

Em que se pesem as diferenças das variáveis utilizadas e dos grupos setoriais elaborados entre a aplicação empírica realizada para o Brasil e para a Holanda, os baixos índices obtidos na análise reforçam a hipótese de que os RTs, conforme a caracterização apontada pela literatura, não podem ser identificados na indústria brasileira.

Contudo, a fim de fazer um estudo exploratório sobre a relação que se estabelece nos setores industriais brasileiros em termos de tecnologia e dinâmica industrial dentro da abordagem de RTs, foi realizado um novo procedimento de análise multivariada. O objetivo desta segunda aplicação empírica é limitado a tentar verificar qual o comportamento, em termos dos indicadores utilizados na análise de RTs proposta por Marsili e Verspagen (2002), dos setores industriais brasileiros. Ou seja, deseja-se estabelecer quais os grupos de setores que apresentam características semelhantes em suas atividades inovativas e dinâmica industrial a partir de técnicas de análise multivariada.

Esta contribuição exploratória difere de outros trabalhos, principalmente, por se alicerçar na literatura de RTs de Marsili (2001), cujo recorte está centrado em barreiras tecnológicas à entrada e requer a análise em conjunto de variáveis do processo inovativo, estrutura de mercado e dinâmica industrial. Destaca-se ainda que tal contribuição exploratória não pretende avançar na compreensão dos elementos comuns presentes nos setores agrupados. Um esforço neste sentido demanda aprofundamento em estudos setoriais para compreender as razões teóricas subjacentes aos resultados alcançados. Neste sentido, este novo “mapeamento” de RTs abre uma nova frente de estudos possíveis, a fim de contribuir para a compreensão dos condicionantes dos processos inovativos internos às indústrias, permitindo assim novos elementos para a elaboração de políticas industriais adequadas às mesmas.

**Tabela 5. Síntese dos resultados obtidos para os diferentes modelos estimados pela análise discriminante**

Variáveis	Ajustes							
	M&V 1	M&V 2	M&V 3	Teste A	Teste B	Teste C	Teste D	Teste E
1 Fator 1 Grupo 1	X*	X*	X*	X	X	X	X	
2 Fator 2 Grupo 1		X*	X*			X	X	
3 Fator 3 Grupo 1			X*				X	
4 Fator 1 Grupo 2	X	X	X	X	X	X	X	
5 Fator 2 Grupo 2		X*	X			X	X	
6 Fator 3 Grupo 2			X				X	
7 Fator 1 Grupo 3	X	X	X	X	X	X	X	
8 Fator 2 Grupo 3		X*	X*			X	X	
9 Fator 3 Grupo 3			X*				X	
10 Fator 1 Grupo 4	X	X	X	X	X	X	X	
11 Fator 2 Grupo 4		X	X			X	X	
12 Fator 3 Grupo 4			X				X	
13 PRODPROC	X	X	X	X				
14 PRODMED	X*	X	X*	X				X
15 INOVPROD								X
16 INOVPROC								X
17 PERCINOV								X
18 POPED								X
19 RECINOV								X
20 C4								X
21 C20								X
22 HERF								X
23 ENTRY123	X*	X	X	X				
24 EXIT	X*	X	X	X				
Total de variáveis	8	12	16	8	4	8	12	9
Casos válidos	80	80	80	83	101	101	101	101
<b>Resultados</b>								
Taxa de acertos (%)	56,60	56,20	56,20	53,0	44,6	63,4	73,3	59,4
Validação cruzada (%)	51,80	51,40	55,20	42,2	38,6	49,5	49,5	49,5

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: \* indica as variáveis consideradas significantes e que efetivamente entraram na análise, segundo método *stepwise*.

Portanto, com o objetivo de obter inferências sobre as características da dinâmica industrial e tecnológica brasileira dentro da abordagem de RTs, adotou-se em conjunto a análise de componentes principais<sup>10</sup>, a análise de *cluster* e a análise discriminante. Este novo procedimento consiste em utilizar as médias dos cinco RTs, conforme a classificação de Marsili (2001) e Marsili e Verspagen (2002), obtidas para as variáveis em estudo como as sementes para uma análise de *cluster* do tipo *k-means*. A maior dificuldade do método *k-means* é a escolha das sementes da análise. Como a adoção simples dos primeiros casos do banco de dados (que segue a classificação CNAE a três dígitos) resultou em *clusters*<sup>11</sup> (agrupamentos) pouco consistentes, com *clusters* tanto de apenas um setor e como de muitos setores, denota-se que a escolha de outras sementes é necessária.

A adoção das médias dos RTs de Marsili (2001) como sementes da análise foi considerada adequada por dois motivos. O primeiro decorre dos resultados obtidos, pois apesar da classificação dos setores não ter sido consistente, as médias refletiram as diferenças relativas esperadas, de acordo com a literatura, nas características dos RTs, tais como maior oportunidade tecnológica nos regimes baseado em ciência, sistemas complexos e engenharia de produto do que nos de processos básicos e de processos contínuos. A segunda razão é metodológica, pois se as médias obtidas são adequadas, a análise de *cluster*

<sup>10</sup> Os dados sobre taxa de entrada e saída de firmas foram excluídos desta etapa da análise para que o número de elementos válidos não fosse reduzido.

<sup>11</sup> O termo *cluster* será adotado ao invés de grupos, no intuito de facilitar a interpretação dos resultados. Os grupos referem-se ao conjunto de variáveis reunidas através da análise de componentes principais, enquanto os *clusters* são os conjuntos de setores formados pela análise de *clusters*.

poderia permitir um novo teste da classificação de Marsili (2001). Se os *clusters* formados fossem semelhantes ao do modelo proposto pela autora, as dificuldades de identificação dos regimes estariam ligadas ao método utilizado anteriormente. No entanto, se forem formados *clusters* distintos, identificam-se novos padrões de dinâmica industrial e tecnológica para o caso brasileiro, evidenciando as características próprias da estrutura industrial que foi construída no país.

Visando obter o melhor ajuste possível em termos de maior distância entre os *clusters* setoriais e maior semelhança dentro de um mesmo *cluster*, foram estruturados três modelos. O primeiro modelo utiliza o primeiro fator de cada grupo da análise de componentes principais apresentada nas Tabelas 1 a 4. O segundo e o terceiro modelo utilizam outros fatores gerados a partir dos mesmos grupos de dados das Tabelas 1 a 4, mas com aplicação de rotação varimax. A diferença entre o segundo e o terceiro modelo está no número de fatores retidos, pois no segundo modelo os três fatores de cada grupo são utilizados na análise, enquanto no terceiro modelo apenas os fatores que possuem autovalor maior que um são retidos. A partir da extração dos fatores, calculam-se as médias dos cinco RTs, conforme a classificação de Marsili (2001) e Marsili e Verspagen (2002), e aplica-se a análise de *cluster* para obter novos cinco *clusters* (ou RTs) utilizando as médias como sementes. Os *clusters* formados são analisados por critérios objetivos de modo a verificar qual o melhor ajuste obtido entre os três modelos. O primeiro passo foi uma nova aplicação da análise discriminante, que faz uma verificação da semelhança entre os *clusters* formados e sua capacidade de realmente identificar os elementos, o que é avaliado a partir dos resultados de taxa de acerto e de validação cruzada, conforme já foi realizado anteriormente na aplicação de Marsili e Verspagen (2002). Outra medida utilizada foi elaborada a partir da análise de variância (ANOVA) para os *clusters* formados e variáveis utilizadas, calculando-se o  $R^2$  de cada modelo. Por fim, foi calculada a distância euclidiana média do modelo, que é a média da distância ao quadrado de cada elemento em relação ao centróide de seu *cluster*, ou seja, uma estimação da semelhança interna dos *clusters*. Os resultados obtidos para cada um dos três modelos estão sintetizados na Tabela 6.

**Tabela 6. Principais resultados dos modelos estimados pela análise de *cluster***

Critérios	Modelos		
	1	2	3
Total de fatores utilizados	4	12	9
$R^2$	0,632	0,409	0,432
Distância Euclidiana Média	1,023	2,277	1,943
Taxa de acertos (%)	97,0	98,0	96,0
Validação cruzada (%)	95,0	88,1	90,1

Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com os critérios adotados, o modelo 1 apresentou resultados significativamente melhores que os demais. Por isso, a distribuição de *clusters* obtida neste modelo foi selecionada como a que pode fornecer melhores inferências para a interpretação dos padrões de dinâmica industrial e tecnológica da economia brasileira. Apesar do número reduzido de fatores, este modelo foi o que conseguiu explicar a maior variância ( $R^2$  de 0,632), teve maior taxa de acerto em validação cruzada (95%) e maior semelhança interna aos *clusters* (distância euclidiana média de 1,023). Os resultados apresentados pelos outros dois modelos também podem ser considerados bons, mas por estes resultados, a melhor resposta entre os três em termos de ajuste foi do primeiro. O próximo item faz uma breve discussão sobre os resultados obtidos nesta classificação dos setores industriais brasileiros em *clusters*, seguindo a abordagem de RTs.

#### 4.1 Inferências sobre RTs na indústria brasileira

As sementes obtidas a partir desta classificação dos setores industriais mostraram-se adequadas aos padrões estabelecidos por Marsili (2001), conforme se pode observar na Tabela 7. O *cluster* 1 (regime baseado em ciência) tem alta oportunidade tecnológica e inovação centrada em produtos (fator 1 elevado), com atividades inovativas formais e forte ligação com a ciência (fator 2 e 3 elevados), e concentração de mercado bastante semelhante ao do *cluster* 2, que também é relativamente mais concentrado. O segundo

*cluster* (processos básicos) tem alta concentração (fator 4), e menores oportunidades tecnológicas que o *cluster* anterior, além de estar mais centrado em inovação de processo (fator 1). As atividades inovativas são relativamente formais (fator 2), mas as fontes de informação de centros externos de produção de ciência são bastante importantes (fator 3). O *cluster* três (sistemas complexos) é bastante concentrado (fator 4), com inovação voltada para produtos (fator 1), sendo as atividades inovativas formais relevantes (fator 2) e as fontes informação externas de ciência com menor importância relativa. No *cluster* quatro (engenharia de produto), a inovação em produto é importante (fator 1), mas o setor é pouco concentrado (fator 4), e as atividades inovativas e as fontes de informação são menos formais e de maior interação com clientes. Por fim, o último *cluster* (processos contínuos), é marcado por inovações de processos (menor fator 1), baixa concentração de mercado (fator 4), atividades inovativas informais e fontes de informação para inovar centradas nas relações de mercado (fatores 2 e 3).

**Tabela 7. Médias obtidas a partir da classificação de RTs originais**

Sementes	RTs									
	BC		PB		SC		EP		PC	
	valor	posição	valor	posição	Valor	posição	valor	posição	Valor	posição
FAC1_G1	0,58316	2	-0,17302	4	0,68097	1	0,28066	3	-0,40588	5
FAC1_G2	0,47338	1	0,40081	3	0,42727	2	0,13415	4	-0,45666	5
FAC1_G3	0,26115	2	0,27465	1	0,23943	3	0,11136	4	-0,18675	5
FAC1_G4	0,14067	3	0,15273	2	0,70854	1	-0,4398	5	-0,24874	4
<b>Tamanho</b>	16		18		9		22		45	

Fonte: Elaborado pelos autores.

No entanto, a análise de cluster formou *clusters* setoriais bastantes distintos dos apontados por Marsili (2001). O maior agrupamento próximo ao original foi no regime tecnológico de processos contínuos, que manteve 40% (18 em 45) dos setores da primeira classificação juntos. No regime de engenharia de produto, 36% (8 em 22) dos setores mantiveram-se em um mesmo *cluster*, sendo que nos demais regimes este percentual cai para 31%, 22% ou 6%. O cruzamento entre os setores na classificação de Marsili (2001) e nos novos padrões identificados na análise de cluster estão na Tabela 8. Conforme a hipótese apontada para esta análise, a baixa correspondência entre os *clusters* formados pela análise de *cluster* e a classificação de RTs colocada por Marsili (2001) corrobora os primeiros resultados obtidos na análise discriminante, indicando que os setores industriais brasileiros possuem características próprias em termos de dinâmica tecnológica e industrial, as quais não guardam correspondência significativa com os padrões estabelecidos pela literatura, cujas referências empíricas estão fortemente baseadas nos países desenvolvidos.

**Tabela 8. Cruzamento entre a classificação de RTs originais e os novos *clusters* formados**

RTs	Clusters						Total
	1	2	3	4	5	NC	
Baseado em ciência	5	2	1	6	-	2	16
Processos básicos	3	1	2	5	3	4	18
Sistemas complexos	2	1	2	3	1	-	9
Engenharia de produto	3	1	2	8	5	3	22
Processos contínuos	2	6	-	19	18	-	45
<b>Total</b>	15	11	7	41	27	9	110

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: NC – não classificado (elementos não válidos).

Sendo assim, os padrões de dinâmica tecnológica e industrial obtidos a partir dos *clusters* permitem estabelecer novas relações de semelhança e diferença entre os setores industriais brasileiros. Destaca-se, inclusive, que apesar das sementes apresentarem uma relativa correspondência com os RTs de Marsili (2001), os centróides obtidos ao final da análise não guardam a mesma relação, o que reforça a noção de que existem características comuns entre setores industriais brasileiros que diferem dos padrões propostos pela literatura. Por exemplo, o *cluster* com o maior índice sobre importância das atividades de

inovação (que reforça as de pesquisa formal) foi o de número três, sendo que nas sementes o *cluster* de maior índice neste fator era o primeiro, que corresponde ao regime baseado em ciência. No fator sobre fontes de inovação, que denota maior interação com fontes externas, como universidades, centros de capacitação, instituições de testes e outras empresas do grupo (ver Tabela 3), os regimes com maior índice foram os regimes de processos básicos e baseado em ciência, que correspondem aos *clusters* dois e um. Contudo, entre os *clusters* formados na análise, o maior índice passou para o cluster de número três. Os *clusters* quatro e cinco mantiveram as mesmas posições relativas nos fatores em análise, os quais correspondiam inicialmente aos regimes de engenharia de produto e processos contínuos. A Tabela 9 sintetiza a análise, apresentando os valores dos centróides finais e a posição relativa de cada *cluster* em cada fator.

**Tabela 9. Centróides finais obtidos a partir da análise de *clusters***

Centróides	Clusters									
	1		2		3		4		5	
	valor	Posição	valor	posição	Valor	Posição	valor	posição	valor	posição
FAC1_G1	1,0187	2	-0,85875	4	1,56193	1	0,16163	3	-0,90576	5
FAC1_G2	0,40958	3	0,65084	2	2,46658	1	-0,27148	4	-0,79092	5
FAC1_G3	0,24356	3	0,85382	2	2,37931	1	-0,20838	4	-0,65884	5
FAC1_G4	0,58163	2	0,46058	3	1,30604	1	-0,54939	5	-0,35086	4
<b>Tamanho</b>	15		11		7		41		27	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Diante de tais resultados, a análise mostra que os *clusters* formados apresentam características distintas, tanto em termos de importância dos fatores, com diferentes combinações de características de estrutura industrial e de tecnologia para formar um regime tecnológico, como em termos de agrupamentos de setores semelhantes nestas características. Um aspecto interessante desta nova classificação é o desmembramento das cadeias produtivas em diferentes *clusters*. Os setores de fabricação de produtos têxteis, artigos do vestuário, calçados e alimentos, por exemplo, que eram classificados como processos contínuos, tiveram suas atividades distribuídas entre os *clusters* dois, quatro e cinco. No setor químico, que era classificado em processos básicos, com exceção da indústria farmacêutica classificada como baseada em ciência, passou a se distribuir entre os *clusters* um, três e quatro, sendo que a indústria farmacêutica ingressou no mesmo *cluster* dos produtos químicos orgânicos e inorgânicos (*cluster* quatro), por exemplo. Estas observações permitem destacar dois pontos relevantes. O primeiro está na limitação das análises nas quais se trabalha, *a priori*, em grupos de setores industriais em níveis muito agregados, o que resulta em uma simplificação de resultados. O segundo está na importância dos estudos de cadeias produtivas, para superar a limitação do ponto anterior, dado que os resultados obtidos reforçam as diferenças internas aos setores industriais. Contudo, a fim de clarear a discussão sobre os *clusters* formados neste trabalho em suas características e setores inclusos, o enfoque da análise estará centrado nestes *clusters* e não nas cadeias produtivas.

Os cinco *clusters* formados se mostram bastante consistentes em termos das distâncias entre os centróides em cada fator analisado, pois, de modo geral, os patamares para cada fator estão em níveis bastante distintos. Cada semente corresponde a um regime tecnológico, conforme a classificação de Marsili (2001), mas os centróides formados ao final da análise (Tabela 9) são distintos dos originais (Tabela 7). O *cluster* de número três, por exemplo, mostrou-se como o centro da dinâmica tecnológica e com elevado grau de concentração, pois apresenta os maiores valores em todos os fatores. Os *clusters* de número um e dois estão em um patamar abaixo do *cluster* três, mas com características distintas. No *cluster* um há mais oportunidades tecnológicas e maior concentração, mas as atividades inovativas têm caráter menos formal e as fontes de informação para inovar estão mais distantes das instituições externas que produzem conhecimento do que no *cluster* dois, no qual estas atividades e fontes de informação são relativamente mais importantes, mas a concentração e as oportunidades tecnológicas são menores.

Os *clusters* de número quatro e número cinco representam um patamar distinto, pois são marcados por menores oportunidades tecnológicas, maior importância das inovações em processo, caráter informal de atividades inovativas, como aquisição de máquinas, bem como maior importância de relações de

mercado (clientes e fornecedores) para a inovação. Além disso, estes *clusters* possuem baixa concentração de mercado, com maior participação de empresas de pequeno e médio porte. Estas características representam, grosso modo, os traços principais dos *clusters* formados. Apesar de alguns destes traços se aproximarem dos regimes de Marsili (2001), como baixa concentração no *cluster* cinco e alta concentração no *cluster* três, outros elementos romperam com os padrões originais, como os elevados fatores do *cluster* três. Além disso, os *clusters* formados em termos de setores industriais são muito diferentes e não representam mais as características dos processos de produção envolvidos, como no *cluster* três, no qual estão a produção de automóveis (sistemas complexos) e a produção de defensivos (processos básicos). Sendo assim, é necessária uma nova interpretação destes *clusters*, tentando apontar os elementos comuns que fazem com que tais indústrias apresentem semelhanças no Brasil, à luz da literatura sobre as características próprias de inovação e estrutura industrial dos países em desenvolvimento. Para avançar na exploração das características dos *clusters*, foram calculadas as médias dos *clusters* para as variáveis padronizadas produtividade média e taxas de entrada e saída, que permitem a inserção do caráter dinâmico na análise. Os testes de homogeneidade das variâncias e de diferença entre as médias foram significativos, de modo que a inclusão destas variáveis na discussão é consistente. Sendo assim, a discussão sobre os *clusters* formados na indústria brasileira, apesar destes terem sido construídos através de variáveis estáticas, está relacionada com elementos dinâmicos.

#### 4.1.1 Setores dinâmicos em produtos inovadores

O *cluster* número três é o que teve maior destaque nos resultados obtidos. Este *cluster* obteve as maiores médias em todos os fatores em análise, indicando elevadas oportunidades tecnológicas em produtos, maior dedicação a atividades inovativas formais, interações importantes com fontes externas de ciência e tecnologia e elevada concentração de mercado. Com relação aos dados dinâmicos, este *cluster* teve a maior produtividade média, bem como a maior taxa de saída. A taxa de entrada foi a segunda mais elevada, pois esta foi mais alta no *cluster* 2. A partir destes dados, é possível destacar alguns elementos. No âmbito sobre tecnologia e inovação, estes setores são marcados pela maior frequência das inovações em produto, associada com maior pessoal ocupado em P&D bem como maior receita dos produtos inovadores sobre o faturamento. Estes resultados são obtidos através de atividades formais de pesquisa, pois as atividades inovativas consideradas mais importantes são projetos industriais, aquisição externa de P&D, ainda que treinamento e introdução das inovações no mercado também sejam significativos. Contudo, os dados do *cluster* 2 indicam que a aquisição de máquinas não é a principal atividade para inovar, de modo que estes setores se dedicam ao desenvolvimento de capacitação interna. Os resultados do grupo de variáveis 3 indicam a importância das fontes externas de ciência e tecnologia, como universidades e centros de pesquisa, em detrimento de relações de mercado, como feiras, concorrentes e clientes. Desta forma, estes são os setores marcadamente mais intensivos em inovação de produtos, de acordo com os dados em estudo.

No âmbito da estrutura de mercado e dinâmica industrial, estes setores estão associados à elevada concentração, com baixas taxas de participação de empresas pequenas e médias, conforme aponta a análise para o grupo de variáveis 4. A maior produtividade média do *cluster* pode estar relacionada com a maior receita de produtos inovadores, bem como a uma tendência na adoção de tecnologias poupadoras de trabalho. A taxa de entrada apresenta-se em um patamar relativamente alto, mas está associada à maior taxa de saída de todos os *clusters*, indicando as dificuldades associadas em permanecer em um setor com maior concorrência em inovações. Os setores na Tabela 10 estão ordenados pela distância euclidiana em relação ao centróide, de modo que o último setor (extração de minério de ferro) é o que guarda menores características com os padrões do *cluster*, enquanto os demais setores estão em distâncias semelhantes. Em comparação com a classificação inicial dos RTs, o *cluster* absorveu setores de quatro regimes diferentes, bem como diferentes partes da cadeia produtiva, o que indica que não a indústria brasileira não possui uma posição competitiva definida em um conjunto mais amplo de atividades relacionadas a uma mesma indústria. No entanto, destaca-se neste *cluster* o desenvolvimento alcançado no Brasil na fabricação de automóveis, camionetas e utilitários, e fabricação de caminhões e ônibus.

**Tabela 10. Cluster 3 – Dinâmico em produtos inovadores**

CNAE	Descrição	Distância euclidiana	Regime tecnológico
297	Fabricação de armas, munições e equipamentos militares**	0,33445	EP
246	Fabricação de defensivos agrícolas*	0,91328	PB
333	Fabricação de máquinas, aparelhos e equipamentos de sistemas eletrônicos dedicados a automação industrial e ao controle do processo produtivo	1,35704	EP
342	Fabricação de caminhões e ônibus*	1,38460	SC
341	Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários**	1,39846	SC
302	Fabricação de máquinas e equipamentos de sistemas eletrônicos para processamento de dados	1,47095	BC
131	Extração de minério de ferro	4,08328	PB
Produtividade média		Taxa de entrada	Taxa de saída
1,00311		0,911344	0,879897

Fonte: Elaborado pelos autores.

Notas: \* Não há dados disponíveis sobre a taxa de entrada.

\*\* Não há dados disponíveis sobre a taxa de entrada e de saída.

#### 4.1.2 Setores dinâmicos em processos inovadores

O *cluster 2* faz um contraponto importante ao *cluster* anterior. No âmbito de tecnologia e inovação, este *cluster* ficou na quarta posição entre as médias do fator 2, o que indica que suas atividades inovações estão pautadas em processos e não em produtos, o que também está associado a menor participação do pessoal ocupado em P&D bem como de menor participação da receita de produtos inovadores. Com relação às atividades inovativas, o *cluster* tem as segundas maiores médias nos fatores 2 e 3, mas destaca-se que estas estão em um padrão significativamente menor do que o alcançado pelo *cluster 1*. Sendo assim, apesar de em menor importância, estes setores se dedicam à construção de capacitação interna para inovar e fazem uso das fontes externas de ciência e tecnologia. Por estes elementos, é possível afirmar que os setores deste *cluster* estão voltados para o desenvolvimento de processos inovadores, mantendo assim sua competitividade. Com relação à estrutura de mercado, existe uma tendência de concentração (terceira maior média), mas significativamente menor que a do *cluster 3*, de modo que a concentração pode estar compensada pela maior participação das empresas pequenas e médias. O padrão de competitividade se reflete no âmbito da dinâmica industrial do *cluster*, que possui a maior taxa de entrada e a menor taxa de saída. Sendo assim, as barreiras à entrada estão mais enfraquecidas neste *cluster*. Contudo, a apropriabilidade dos ganhos obtidos parece significativa, dado que a produtividade média está logo atrás do *cluster* dinâmico em produtos inovadores.

**Tabela 11. Cluster 2 – Dinâmico em processos inovadores**

CNAE	Descrição	Distância euclidiana	Regime tecnológico
335	Fabricação de cronômetros e relógios*	0,53060	EP
234	Produção de álcool	0,74942	PB
211	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	0,94312	PC
156	Fabricação e refino de açúcar	0,95069	PC
272	Siderurgia	1,13237	PC
160	Fabricação de produtos do fumo*	1,14558	PC
313	Fabricação de fios, cabos e condutores elétricos isolados*	1,20852	BC
314	Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos*	1,23173	BC
153	Produção de óleos e gorduras vegetais e animais	1,23400	PC
262	Fabricação de cimento*	1,47712	PC
352	Construção, montagem e reparação de veículos ferroviários	1,73282	SC
Produtividade média		Taxa de entrada	Taxa de saída
0,81590		1,527269	-0,28884

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: \* Não há dados disponíveis sobre a taxa de entrada.



#### 4.1.3 Setores dinâmicos em produtos maduros

Este *cluster* está relativamente mais voltado para a inovação em produtos, ainda que em menor intensidade que o *cluster* 3. Contudo, a intensidade dos esforços inovativos está em patamar significativamente menor, com a terceira média nos fatores 2 e 3. Desta forma, no âmbito de tecnologia e inovação, este *cluster* está marcado por alguma diferenciação de produtos, mas com menor preocupação na aquisição de capacitação interna e fazendo menor uso das fontes externas de ciência e tecnologia. A concentração de mercado é maior do que no *cluster* 2, mas não é tão acentuada quanto no *cluster* 1, de modo que também deve ocorrer maior participação de pequenas e médias empresas. As taxas de entrada e de saída situam-se em um patamar mais baixo, indicando, possivelmente, barreiras em escala, pois estas são mais relevantes para produtos maduros e há indicação de menos esforços na aquisição de capacitações tecnológicas. Fazendo uso das vantagens de estar estabelecida em um mercado, os setores deste *cluster* mantêm um patamar intermediário em termos de produtividade média, situando-se abaixo dos *clusters* já apresentados.

**Tabela 12. Cluster 1 – Dinâmico em produtos maduros**

CNAE	Descrição	Distância euclidiana	Regime tecnológico
343	Fabricação de cabines, carrocerias e reboques	0,44745	SC
323	Fabricação de aparelhos receptores de radio e televisão e de reprodução, gravação ou amplificação de som e vídeo	0,46221	BC
298	Fabricação de eletrodomésticos	0,82196	EP
322	Fabricação de aparelhos e equipamentos de telefonia e radiotelefonia e de transmissores de televisão e rádio	0,96861	BC
232	Fabricação de produtos derivados do petróleo*	0,99472	PB
316	Fabricação de material elétrico para veículos – exceto baterias	1,00084	BC
282	Fabricação de tanques, caldeiras e reservatórios metálicos	1,00097	EP
334	Fabricação de aparelhos, instrumentos e materiais ópticos, fotográficos e cinematográficos*	1,06163	BC
243	Fabricação de resinas e elastômeros*	1,07691	PB
332	Fabricação de aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle - exceto equipamentos para controle de processos industriais	1,07898	EP
353	Construção, montagem e reparação de aeronaves*	1,19966	SC
223	Reprodução de materiais gravados*	1,22945	PC
244	Fabricação de fibras, fios, cabos e filamentos contínuos artificiais e sintéticos*	1,52869	PB
261	Fabricação de vidro e de produtos do vidro	1,63687	PC
301	Fabricação de máquinas para escritório*	1,77009	BC
Produtividade média		Taxa de entrada	Taxa de saída
0,42336		-0,07943	0,001577

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: \*Não há dados disponíveis sobre a taxa de entrada.

#### 4.1.4 Setores tradicionais

Os *clusters* 4 e 5 diferem significativamente dos *clusters* anteriores. Estes *clusters* absorveram parte expressiva (mais de 80%) dos setores classificados no regime de processos contínuos. No entanto, a divisão deste regime entre estes dois *clusters* tem características interessantes. O *cluster* 4 situa-se num patamar intermediário no fator 1, de modo que existe uma combinação de inovação em produto e em processos. Com relação aos fatores 2 e 3, há uma redução clara, dado que o *cluster* possui a quarta posição relativa. Sendo assim, as atividades inovativas formais perdem importância e a dependência de tecnologia através da aquisição de máquinas e equipamentos se torna mais evidente, sem que ocorram maiores esforços inovativos para a aquisição de capacitações. De modo correspondente, as fontes externas de ciência e tecnologia não são mais acessadas e as interações no mercado, como consultorias, fornecedores e clientes são maiores. Sendo assim, no âmbito da ciência e tecnologia, os setores neste *cluster* apresentam nível superior ao *cluster* 5, mas abaixo dos *clusters* 1, 2 e 3. A estrutura de mercado, no entanto, é a menos concentrada, conforme o fator 4, indicando grande participação de empresas pequenas e médias. As taxas de entrada e saída são baixas, que podem ser associadas à estrutura de

mercado pulverizada. A produtividade média deste *cluster* também situa-se abaixo dos níveis anteriores, indicando menor apropriação.

**Tabela 13. Cluster 4**

<b>CNAE</b>	<b>Descrição</b>	<b>Distância euclidiana</b>	<b>Regime tecnológico</b>
154	Laticínios	0,37197	PC
284	Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas manuais	0,40109	EP
241	Fabricação de produtos químicos inorgânicos	0,44640	PB
275	Fundição	0,47349	PC
321	Fabricação de material eletrônico básico	0,47474	BC
263	Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e estuque	0,52362	PC
193	Fabricação de calçados	0,52558	PC
291	Fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	0,52907	EP
248	Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins	0,55848	PB
242	Fabricação de produtos químicos orgânicos	0,60241	PB
175	Acabamento em fios, tecidos e artigos têxteis, por terceiros	0,61084	PC
249	Fabricação de produtos e preparados químicos diversos	0,63245	PB
369	Fabricação de produtos diversos	0,65338	PC
172	Fiação	0,66767	PC
361	Fabricação de artigos do mobiliário	0,68123	PC
296	Fabricação de outras máquinas e equipamentos de uso específico	0,70313	EP
315	Fabricação de lâmpadas e equipamentos de iluminação	0,76739	BC
214	Fabricação de artefatos diversos de papel, papelão, cartolina e cartão	0,76796	PC
344	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,79618	SC
312	Fabricação de equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica	0,85111	BC
155	Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de rações balanceadas para animais	0,85189	PC
292	Fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral	0,86957	EP
319	Fabricação de outros equipamentos e aparelhos elétricos	0,87313	BC
247	Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza e artigos de perfumaria	0,89598	PB
273	Fabricação de tubos - exceto em siderúrgicas	0,90019	PC
191	Curtimento e outras preparações de couro	0,90771	PC
345	Recondicionamento ou recuperação de motores para veículos automotores	0,92760	SC
311	Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos	0,93243	BC
293	Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura, avicultura e obtenção de produtos animais	0,93276	EP
245	Fabricação de produtos farmacêuticos	0,95100	BC
252	Fabricação de produtos de material plástico	0,95554	EP
359	Fabricação de outros equipamentos de transporte	0,96858	SC
202	Fabricação de produtos de madeira, cortiça e material trançado - exceto móveis	0,97942	PC
176	Fabricação de artefatos têxteis a partir de tecidos - exceto vestuário - e de outros artigos têxteis	1,05131	PC
173	Tecelagem - inclusive fiação e tecelagem	1,05341	PC
151	Abate e preparação de produtos de carne e de pescado	1,07617	PC
295	Fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e construção	1,08240	EP
182	Fabricação de acessórios do vestuário e de segurança profissional	1,14816	PC
159	Fabricação de bebidas	1,18522	PC
174	Fabricação de artefatos têxteis, incluindo tecelagem	1,45693	PC
331	Fabricação de aparelhos e instrumentos para usos médico-hospitalares, odontológicos e de laboratórios e aparelhos ortopédicos	1,79014	EP
	Produtividade média	Taxa de entrada	Taxa de saída
	-0,30958	-0,31145	-0,22152

Fonte: Elaborado pelos autores.

O último *cluster* identificado teve os valores mais baixos em todos os fatores analisados, com exceção do fator 4. Portanto, no âmbito de tecnologia e inovação, este setor é o que tem menor frequência

de inovações, que quando ocorrem, são predominantemente de processo. Essa constitui uma característica marcante também do regime de processos contínuos, que é a classificação de mais de 60% dos setores inclusos neste *cluster*. Outra característica comum é a perda de importância das atividades inovativas formais para a aquisição de tecnologia incorporada em máquinas e equipamentos, conforme indica o fator 2. O fator três mostra que as fontes externas de tecnologia não são mais a fonte de inovações, pois as fontes mais relevantes agora são as de mercado, com clientes e feiras, ou em outras áreas da firma, como vendas ou na manufatura, pois não há esforços de P&D (fator 1 baixo também indica pouco pessoal ocupado em P&D). Desta forma, os setores deste *cluster* não possuem dinâmica inovadora, o que indica que estão voltados para produtos já estabelecidos no mercado e com poucas possibilidades de especialização ou diversificação, distinguindo-os do *cluster* 4, no qual estes elementos ainda estão presentes em alguma medida.

Em um mercado com maior uniformidade de produtos e pouca margem de diferenciação, os ganhos de escala se tornam mais presentes, indicando uma concentração relativamente maior que o *cluster* 4 no fator referente à estrutura de mercado. As taxas de entrada e saída também são maiores que no *cluster* 4, indicando maiores pressões competitivas que devem ocorrer através de preços. A produtividade média é a mais baixa entre os cinco *clusters* analisados, reforçando o menor retorno associado a estes setores. Sendo assim, a dinâmica industrial associada aos setores deste *cluster* é a mais distante em termos de inovação e tecnologia, bem como nos ganhos de produtividade decorrentes e nas barreiras tecnológicas que garantem participação no mercado.

**Tabela 14. Cluster 5**

CNAE	Descrição	Distância euclidiana	Regime tecnológico
222	Impressão e serviços conexos para terceiros	0,16084	PC
281	Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada	0,36393	EP
251	Fabricação de artigos de borracha	0,56811	EP
294	Fabricação de máquinas-ferramentas	0,61147	EP
158	Fabricação de outros produtos alimentícios	0,61382	PC
142	Extração de outros minerais não-metálicos	0,67150	PB
213	Fabricação de embalagens de papel ou papelão	0,71938	PC
212	Fabricação de papel, papelão liso, cartolina e cartão	0,72919	PC
152	Processamento, preservação e produção de conservas de frutas, legumes e outros vegetais	0,73510	PC
221	Edição; edição e impressão	0,76472	PC
177	Fabricação de tecidos e artigos de malha	0,84572	PC
201	Desdobramento de madeira	0,85676	PC
269	Aparelhamento de pedras e fabricação de cal e de outros produtos de minerais não-metálicos	0,88430	PC
181	Confecção de artigos do vestuário	1,03905	PC
283	Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais	1,04161	EP
274	Metalurgia de metais não-ferrosos	1,17343	PC
157	Torrefação e moagem de café	1,17677	PC
372	Reciclagem de sucatas não-metálicas	1,18900	PC
192	Fabricação de artigos para viagem e de artefatos diversos de couro	1,18994	PC
289	Fabricação de produtos diversos de metal	1,25883	EP
141	Extração de pedra, areia e argila	1,30491	PB
171	Beneficiamento de fibras têxteis naturais	1,37107	PC
264	Fabricação de produtos cerâmicos	1,45958	PC
271	Produção de ferro-gusa e de ferroligas*	2,06865	PC
351	Construção e reparação de embarcações	2,16900	SC
132	Extração de minerais metálicos não-ferrosos	2,36306	PB
371	Reciclagem de sucatas metálicas	2,59664	PC
Produtividade média		Taxa de entrada	Taxa de saída
-0,39350		-0,05012	0,082421

Fonte: Elaborado pelos autores.

Notas: \* Não há dados disponíveis sobre a taxa de entrada e de saída.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos reforçam a hipótese de que os RTs observados para o Brasil não correspondem aos que são traçados pela literatura internacional sobre as economias desenvolvidas. Os *clusters* de setores formados de acordo com a tipologia não se mostraram significativamente distintos para que a classificação estabelecida *a priori* fosse confirmada *a posteriori*. Com o objetivo de obter novas inferências sobre quais os padrões que podem marcar os regimes tecnológicos presentes no Brasil, a análise avançou para a construção de *clusters*, nos quais foram observadas novamente diferenças expressivas em relação aos padrões estabelecidos pelos regimes tecnológicos de Marsili (2001), tanto em termos de indicadores quanto em termos de classificação dos *clusters*.

As razões para esta classificação ser diferente da tipologia original requerem maiores investigações, extrapolando os objetivos deste trabalho. Contudo, com base na literatura, pode-se afirmar que uma das razões repousa nas características próprias do processo de mudança técnica de países em desenvolvimento como o Brasil. Como estes países não foram capazes de internalizar o desenvolvimento tecnológico que marca setores que se desenvolvem na fronteira, entre os quais o de materiais eletrônicos e o farmacêutico, os processos inovativos dos mesmos assumem um caráter passivo e que depende da importação de tecnologia (VIOTTI, 2001). Além desses, outros setores como os do regime de engenharia de produto, que abarca a indústria de bens de capital, também não lograram acompanhar os avanços estabelecidos nos países desenvolvidos. As idiosincrasias dos setores industriais envolvem ainda outros aspectos, pois muitos dos setores que não são marcados pela liderança em taxas de inovação nos países desenvolvidos, estabelecem nos países em desenvolvimento maior taxa de inovação comparativamente aos setores que deveriam ser os líderes (como os baseados em ciência). São exemplos deste caso as indústrias de automóveis, de caminhões e de defensivos agrícolas.

Em estudo da Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento & Engenharia das Empresas Inovadoras – ANPEI, Arruda, Vermulm e Hollanda (2006) exploraram alguns dos resultados da PINTEC 2000-2003 para a agregação de três dígitos CNAE. Os resultados apresentados pelos autores corroboram alguns dos resultados apresentados na seção anterior, pois setores de setores de caminhões e ônibus, de automóveis, camionetas e utilitários e de máquinas e equipamentos de informática, que entraram no *cluster* 3 (dinâmico em produtos inovadores) figuram entre os de maior taxa de inovação e intensidade tecnológica. Além disso, os autores corroboram a hipótese de que as maiores empresas são as que devotam maiores recursos para P&D, tal como mostraram ser mais concentrados os *clusters* 1, 2 e 3. Contudo, os autores ressaltam que os resultados obtidos a partir da PINTEC daquele ano reforçam a seletividade da indústria nacional em relação aos gastos em P&D, pois este ano foi o de menor taxa de crescimento do PIB desde 2000 (1,15%, conforme a nova base das contas nacionais do IBGE).

Outro aspecto relevante a se desprender da análise é a grande heterogeneidade que marca os diferentes elos das cadeias produtivas nacionais. O estudo de agrupamentos setoriais mais homogêneos, com a combinação de setores a 4, 3 e 2 dígitos, elaborados de acordo com características setoriais poderiam ser mais adequados, mas requerem um esforço analítico multidisciplinar, em especial, da engenharia, para que a formação dos *clusters* seja coerente. Outra possibilidade que pode trazer contribuições interessantes seria a inserção de elementos de comércio internacional, que não são traçados por Marsili (2001), mas relevantes para a dinâmica tecnológica interna, conforme apontam trabalhos como os de Costa (2003) e Salerno e De Negri (2005). Em resumo, os resultados obtidos reforçam a importância dos avanços dos estudos da linhagem neo-schumpeteriana e evolucionária sob a perspectiva dos PEDs, dada a importância do progresso técnico para o desenvolvimento.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, M.; VERMULM, R.; HOLLANDA, S. Inovação tecnológica no Brasil: a indústria em busca da competitividade global. São Paulo: ANPEI, 2006.
- BRESCHI, S.; MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological regimes and schumpeterian patterns of innovation. *The Economic Journal*, London, v.110, p.388-410, Apr. 2000.
- CASTELLACCI, F. How does innovation differ across sectors in Europe? Evidence from the CIS-SIEPI database. Oslo: University of Oslo, March 2004. (Working Paper 04/04).

- COSTA, I. Empresas multinacionais e capacitação tecnológica na indústria brasileira. 2003. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
- DIJK, M. van. Technological regimes and industrial dynamics: the evidence from Dutch manufacturing. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v.9, n.2, p.173-194, 2000.
- GONÇALVES, E.; SIMÕES, R. Padrões de esforço tecnológico da indústria brasileira: uma análise setorial a partir de técnicas multivariadas. *Revista Economia*, Brasília, v.6, n.2, p.391-433, jul./dez. 2005.
- GUIDOLIN, S. M. Inovação, estrutura e dinâmica industrial: um mapeamento empírico de regimes tecnológicos da indústria brasileira. 2007. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- HAIR, J.; ANDERSON, R. *Análise multivariada de dados*. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- JONG, P. J.; MARSILI, O. The fruit flies of innovation: a taxonomy of innovative small firms. *Research Policy*, Amsterdam, v.35, p.213-229, 2006.
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Schumpeterian patterns of innovation are technology –specific. *Research Policy*, Amsterdam, v.25, p.451-478, 1996.
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological regimes and firm behavior. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 2, n. 1, p.45-71, 1993.
- MAROCO, J. *Análise estatística com a utilização do SPSS*. 2. ed. Lisboa: Silabo, 2003.
- MARSILI, O. Technological regimes: theory and evidence. Nov. 1999. Disponível em: <[http://www.lem.sssup.it/Dynacom/files/D20\\_0.pdf](http://www.lem.sssup.it/Dynacom/files/D20_0.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2005.
- MARSILI, O. *The anatomy and evolution of industry: technological change and industrial dynamics*. Cheltenham: Edward Elgar, 2001.
- MARSILI, O.; VERSPAGEN, B. Technological regimes and innovation: Looking for regularities in Dutch manufacturing. Eindhoven, 2001. Disponível em: <http://www.druid.dk/conferences/nw/paper1/MarsiliVerspagen.pdf>. Acesso em: 19 maio 2006.
- MARSILI, O.; VERSPAGEN, B. Technology and the dynamics of industrial structures: an empirical mapping of Dutch manufacturing. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v.11, n.4, p.791-815, 2002.
- MINGOTI, S. A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: UFMG, 2005.
- NELSON, R.; WINTER, S. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, Amsterdam, v.13, n.6, p.343-373, 1984.
- PEETERS, L.; SWINNEN, G.; TIRI, M. Patterns of innovation in the Flemish business sector: A multivariate analysis of CIS-3 firm-level data. *IWT Monitoring and Analyse (M&A)*, Brussels, n.47, March 2004. Disponível em: <<http://www.iwt.be/downloads/publicaties/observatorium/obs47.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2006.
- SALERNO, M. S.; DE NEGRI, J. A. *Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras*. Brasília: IPEA, 2005.
- VIOTTI, E. National learning systems: a new approach on technical change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea. Cambridge, MA: Center for International Development, Harvard University, 2001. (Science, Technology and Innovation Discussion Paper, n. 12).
- WINTER, S. Schumpeterian competition in alternative technological regimes. *Journal of Economic Behavior & Organization*, Amsterdam, v. 5, n. 3-4, p. 287-320, 1984.
- ZUCOLOTO, G. F. *Inovação tecnológica na indústria brasileira: uma análise setorial*. 2004. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.