

Em Busca de uma Nova Taxonomia de Regimes Tecnológicos para a Indústria de Transformação Brasileira

Flavio de Oliveira Gonçalves

Universidade Federal do Paraná, Brasil

Fernanda Marie Yonamini

Secretaria de Agricultura de Abastecimento do Estado do Paraná, Brasil

Resumo

O artigo explora as características das atividades inovadoras empreendidas pelas firmas brasileiras sob diferentes regimes tecnológicos. Seguindo as evidências da PINTEC 2005 com a aplicação de análises de agrupamento novos regimes tecnológicos são propostos. Os resultados confirmam a existência de diferenças significativas na dinâmica de inovação das indústrias no Brasil com relação aos esquemas propostos pela literatura internacional baseada em evidências de países desenvolvidos. Os grupos encontrados podem ser classificados em duas grandes categorias – Dependentes e Autônomos de tecnologia internacional. Entretanto, ambas categorias são dependentes de financiamento público para P&D e outras atividades inovadoras.

Palavras-chave: Regimes Tecnológicos, Análise de Cluster, Inovação

Classificação JEL: D22, L60, O31

Abstract

This paper explores the characteristics of innovative activities under different technological regimes in Brazilian industries. Following the use of evidence from the Survey of Technological Innovation 2005 and the performance of cluster analysis, a new classification of technological regimes is proposed. Our results confirm the existence of significant differences in the innovation dynamics with respect to developed countries. The clusters found can be classified in two main groups: Dependent or Autonomous on international technology. Nevertheless, in both groups industries are dependent on public financing to R&D and to other innovative activities.

* Recebido em novembro de 2011, aprovado em outubro de 2012. Artigo indicado para a *Selecta* 2011. Os autores agradecem ao apoio recebido do CNPq e CAPES a esta pesquisa e comentários de Giovanni Dosi e Franco Malerba a versões preliminares do trabalho. Erros e omissões são de inteira

1. Introdução

A forma com que as empresas adotam novas tecnologias e inovam pode variar a depender do setor industrial e do país a que pertencem, devido à especificidade da natureza do conhecimento utilizado.

Cimoli e Porcile (2008, 2010) argumentam que países em desenvolvimento apresentam trajetórias econômicas distintas com relação aos países desenvolvidos devido à existência de assimetrias tecnológicas. Desta forma, definem os países em desenvolvimento como economias de *catching up*, ou seja, que estão longe da fronteira tecnológica. Nestas economias, o crescimento no longo prazo depende da redução das assimetrias tecnológicas, do aprendizado e da diversificação.

Dosi et alii (1990) relacionam o crescimento direcionado pela demanda Keynesiana à competitividade internacional baseada em inovações Schumpeterianas e à difusão internacional de tecnologia. Para estes autores, as exportações de bens mais intensivos em tecnologia são cruciais para o crescimento de longo prazo, e as atividades tecnológicas dependem das trajetórias específicas aos países. Afirmam também que setores industriais caracterizados por baixos níveis de inovação em um país desenvolvido podem apresentar situação inversa em países em desenvolvimento.

Apesar da importância do tema de *catching up* tecnológico para as economias em desenvolvimento, o mesmo não será tratado extensivamente neste artigo. Alternativamente, as características dos processos inovativos dos países em desenvolvimento e as diferenças destes em relação aos países desenvolvidos serão abordados através da temática dos regimes tecnológicos.

As atividades inovativas podem assumir diferentes formas e características de acordo com o setor industrial das empresas. Assim, para alguns setores estas atividades estão concentradas em poucas e grandes empresas, enquanto em outros as atividades inovativas estão mais dispersas entre um número maior de empresas.

A diferença existente entre estas atividades inovativas pode ser atribuída aos padrões principais de inovação identificados por Schumpeter e que ficaram conhecidos na literatura como *Schumpeter Mark I* e *Schumpeter Mark II*.

As características do processo de aprendizado envolvido nas atividades inovativas e as propriedades econômicas das tecnologias adjacentes a estas atividades foram sintetizadas na noção de regime tecnológico.

Esta noção sobre regime tecnológico foi introduzida na literatura por Nelson e Winter (1982) para descrever o ambiente tecnológico em que as empresas operam, interpretando os diversos processos inovativos observados entre setores industriais e classificando estes setores em poucas categorias com características comuns. Desta forma, foram definidos dois regimes de mudança tecnológica, o regime de base científica e o regime de tecnologia cumulativa. No regime de base científica, as oportunidades tecnológicas são mais numerosas e podem ser acessadas com maior

responsabilidade dos autores.

E-mail addresses: f.goncalves@ufpr.br, yonamini@yahoo.com.br

facilidade. Por outro lado, no regime de tecnologia cumulativa as oportunidades tecnológicas são mais difíceis de serem exploradas, pois a inovação ocorre de forma incremental.

Winter (1984) caracteriza dois regimes tecnológicos, inspirados nos padrões *Schumpeter Mark I* e *Schumpeter Mark II*, denominados de regime empreendedor (*entrepreneurial regime*) e regime rotinizado (*routinized regime*), em que o primeiro favorece entrada de inovadores e desfavorece a atividade inovativa por empresas já estabelecidas, enquanto o segundo facilita as inovações por empresas já estabelecidas.

Malerba e Orsenigo (1997) usaram dados de solicitação de patentes do *European Patent Office*, de seis países desenvolvidos, para testar empiricamente o modelo de regimes tecnológicos proposto por Nelson e Winter. Encontraram dois grupos tecnológicos distintos, relativamente invariantes nos seis países analisados, com características próximas às dos padrões empresarial e padronizado, ao qual chamaram de *Schumpeter Mark I* e *Schumpeter Mark II*.

Breschi et alii (2000) definem os regimes tecnológicos como combinações de oportunidades tecnológicas, apropriabilidade das inovações, cumulatividade dos avanços técnicos e propriedades da base de conhecimento. Os autores utilizaram dados de patentes do *European Patent Office* para requisição de patentes de empresas e instituições de três países: Itália, Alemanha e Reino Unido para o período 1978-91. Os resultados das análises sustentam a hipótese de que os padrões da mudança técnica estão relacionados com a natureza do regime tecnológico adjacente aos setores industriais. Encontraram também a existência de uma relação não linear entre os padrões Schumpeterianos de inovação e a relevância da ciência para a inovação, sugerindo uma a caracterização de regimes tecnológicos mais complexa do que a do modelo proposto por Nelson e Winter (1982).

Para lidar com a não linearidade das relações entre os padrões de inovação, Pavitt (1984) propôs uma taxonomia que foca nos determinantes e direções das trajetórias tecnológicas. Utilizando dados de inovações da Inglaterra, da base de dados de inovação SPRU (*Science and Technology Policy Research*), Pavitt classificou as empresas em três categorias: dominado por fornecedores, intensivo em produção (dividida em intensivo em escala e fornecedores especializados) e baseado em ciência.

Entretanto, de acordo com Vence-Deza (1995, *apud* Guidolin, 2007), os padrões de mudança técnica propostos por Pavitt não são excludentes, possibilitando que os setores industriais sejam classificados em mais de uma categoria. Outra limitação desta classificação é que, apesar de a cumulatividade ser o ponto essencial na compreensão da taxonomia, não há uma relação dinâmica capaz de explicar a formação dos padrões de mudança e sua evolução no tempo. Assim, apesar do reconhecimento da importância do passado para explicar o presente, a taxonomia toma forma estática.

A taxonomia de Pavitt pode ser ampliada para definir os regimes tecnológicos, tal como feito por Marsili (2001). Neste trabalho a autora retoma a discussão sobre barreiras tecnológicas à entrada levantada por Winter (1984), centrando sua análise

na compreensão da dinâmica da evolução industrial. Os regimes tecnológicos são classificados de acordo com as trajetórias e oportunidades tecnológicas comuns aos setores industriais. Foram encontrados, então, cinco regimes tecnológicos: baseado em ciência, processos fundamentais, sistemas complexos, engenharia de produto e processos contínuos.

Marsili e Verspagen (2002) avançaram na análise de regimes tecnológicos desenvolvidos por Marsili (2001), buscando evidências empíricas para a indústria holandesa. Utilizando dados da CIS-2 (*Second Community Innovation Survey*), estatísticas da EPS (*Enterprise Production Statistics*) e do Business Register, os autores construíram indicadores para estimar as características dos regimes tecnológicos. Neste trabalho, os autores utilizaram os indicadores construídos para verificar se os setores se ajustam aos regimes tecnológicos, através de análise de discriminante. Os resultados empíricos obtidos corroboraram a tipologia de regimes tecnológicos desenvolvidos por Marsili (2001).

Entretanto, as tipologias e indicadores de ciência e tecnologia até agora citados são formulados com base nos resultados observados em países desenvolvidos. Desta forma, a correspondência com as características das indústrias de países em desenvolvimento não é automática. Segundo Gonçalves e Simões (2005), os padrões de mudança técnica no Brasil não replicam as características observadas nos países desenvolvidos. Em seu trabalho, utilizaram dados da PINTEC 1998-2000 tendo como referência teórica Pavitt (1984), utilizando análise de componentes principais e análise de *cluster*. Os autores encontraram dois grupos de setores industriais. O primeiro grupo caracteriza-se pela aquisição de tecnologia através de máquinas e equipamentos, contendo os setores de material eletrônico e farmacêutico, apontados pelas evidências empíricas de países desenvolvidos como pertencentes ao regime baseado em ciência. O segundo grupo contém setores com maior esforço tecnológico interno, como informática, elétrica e comunicações.

Ainda assim, de acordo com Guidolin e Martinelli (2008), os países em desenvolvimento exibem padrões setoriais baseados em suas características de inovação tecnológica e industrialização, que são diferentes dos observados em países desenvolvidos. Neste trabalho os autores analisam os regimes tecnológicos da indústria brasileira através de métodos de estatística multivariada e de indicadores de tecnologia, inovação, estrutura de mercado e dinâmica industrial, e encontram regimes tecnológicos que diferem daqueles definidos para os países desenvolvidos.

Desta forma, o objetivo deste artigo é contribuir com a discussão a respeito das diferentes características dos padrões setoriais existentes entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Para tanto, é elaborada uma nova taxonomia de regimes tecnológicos que busca refletir melhor as características da indústria brasileira.

Este artigo está composto, além desta introdução, por uma seção em que são apresentados os dados e os procedimentos metodológicos. A seção seguinte apresenta e discute os resultados empíricos encontrados. Por fim, são apresentadas algumas considerações finais.

2. Dados e Estrutura do Teste

Neste trabalho foram utilizados dados agregados da PINTEC 2005, que resultaram em aproximadamente 164 variáveis utilizáveis na análise empírica deste artigo. O teste empírico foi realizado ao nível de 2 dígitos da CNAE 2.0, agrupando as indústrias em 27 setores.

Dado o grande número de variáveis consideradas, a análise fatorial foi usada para reduzir a dimensão da matriz de dados, uma vez que esta técnica estatística multivariada, desenvolvida por Spearman (1904), tem como objetivo principal a descrição da variabilidade original em termos de um número menor de variáveis aleatórias. Essas variáveis aleatórias são denominadas de fatores comuns e estão correlacionadas com o vetor original através de um modelo linear.

Em alguns casos a interpretação dos fatores originais não é direta, devido à aparição de coeficientes de grandeza numérica similar em vários fatores diferentes. Em tais situações, a suposição de ortogonalidade dos fatores é violada e pode-se utilizar a transformação ortogonal dos fatores originais como forma de se encontrar uma estrutura mais simples de ser interpretada. Um dos critérios de rotação mais utilizados e que produz soluções mais simples é o critério *Varimax*, utilizado para encontrar fatores independentes.

Após a rotação da estrutura fatorial inicial, a análise prossegue com a estimação dos escores associados aos fatores obtidos.

Como os escores fatoriais¹ são afetados pelas unidades em que as variáveis observáveis são medidas, e como é comum ter variáveis de naturezas diferentes na análise, é conveniente trabalhar com as variáveis padronizadas.

Um critério para a determinação do número k de fatores a serem mantidos no sistema é o critério de Kaiser (1958). Assim, utilizando-se tal critério mantêm-se no sistema os fatores relacionados a autovalores maiores que 1, que correspondem às combinações lineares que explicam ao menos a quantidade de variância de uma variável original padronizada.

Os fatores encontrados foram usados para agrupar os setores industriais através da análise de agrupamentos, ou análise de *clusters*. Essa análise visa dividir os elementos da amostra em grupos, de forma que os elementos pertencentes a um mesmo grupo tenham características similares entre si, mas que os grupos sejam heterogêneos com relação a estas mesmas características. O critério mais comumente utilizado na decisão de quão semelhantes são dois elementos do conjunto de dados é a distância euclidiana, ou seja, a distância geométrica no espaço multidimensional.

Os setores industriais foram agrupados utilizando-se o método de agrupamento hierárquico. Neste método, no início existem tantos grupos quanto objetos (itens). Em um primeiro momento, diversos objetos semelhantes são agrupados, e estes grupos iniciais são fundidos de acordo com as suas similaridades. Nos passos

¹ O escore fatorial é uma medida composta, originada a partir da conjunção dos pesos fatoriais e os valores da variável original, utilizada para representar os fatores em análises comparativas subsequentes.

subsequentes, o critério de similaridade vai sendo relaxado e os subgrupos unem-se a outros subgrupos até formar um grupo único. A escolha do número final de *clusters* foi feita através de análise gráfica (dendrogramas), uma vez que não há uma resposta exata para essa questão. Desta forma, foram encontrados seis *clusters*, que ajudaram na caracterização dos regimes tecnológicos.

Para auxiliar na caracterização destes regimes tecnológicos, foi realizada a Análise de Discriminante, uma vez que através desta análise é possível estimar quais os fatores mais relevantes para cada *cluster*.

A análise de discriminante tem por finalidade identificar as variáveis que melhor distinguem entre dois ou mais grupos de indivíduos estruturalmente diferentes e mutuamente exclusivos (Maroco 2003). Outro objetivo desta análise é utilizar essas variáveis para criar uma função que reproduza um agrupamento a priori de casos considerados, chamada de função discriminante linear.

Neste trabalho, a análise de discriminante serve para determinarmos quais são os fatores mais representativos no que se refere à caracterização dos regimes tecnológicos.

3. Resultados Empíricos

Como foi mencionado acima, 164 variáveis foram consideradas na análise empírica. Para selecionar o número de fatores a serem retidos na análise, foi utilizado o critério de Kaiser, resultando em 13 fatores que explicam 97% da variância total, como mostrado na Tabela 1.

Após usar o método *varimax* de rotação e considerando *loadings* (valor do coeficiente de correlação entre a variável e o fator obtido) maiores que 0,5 como significativos, as variáveis latentes podem ser descritas como:

- Fator 1: *Índice de inovação* – composto por 101 variáveis, dentre as quais destacam-se: tipos de inovação adotados pelas empresas; fontes de informação localizadas no Brasil; alto grau de importância das fontes de informação utilizadas; alta importância das diversas atividades inovativas desenvolvidas; os diversos tipos de impactos causados pelas inovações; diferentes métodos de proteção das inovações utilizados; tipos de mudanças estratégicas e organizacionais empregadas; grau de importância dos problemas e obstáculos à inovação.
- Fator 2: *Cooperação* – composto por cooperação com usuários domésticos, concorrentes, organizações e universidades; e cooperação com fornecedores internacionais. Nesta variável latente, a cooperação leva a novos produtos e novos processos para a empresa e a novos produtos para o mercado nacional.
- Fator 3: *Fontes internacionais de informação* – composto por informações internacionais de universidades, empresas de consultoria, concorrentes e organizações de treinamento profissional, levando a novos produtos e a novos processos em termos do mercado mundial.
- Fator 4: *Cooperação em P&D* – cooperação com universidades internacionais e

Tabela 1

Variância total explicada, número de fatores a considerar

Componente	Autovalores iniciais			Extração da soma dos quadrados		
	Total	%Variância	%Acumulada	Total	%Variância	%Acumulada
1	101,585	61,942	61,942	101,585	61,942	61,942
2	24,013	14,642	76,584	24,013	14,642	76,584
3	7,748	4,725	81,309	7,748	4,725	81,309
4	4,667	2,846	84,154	4,667	2,846	84,154
5	3,77	2,299	86,453	3,77	2,299	86,453
6	3,524	2,149	88,602	3,524	2,149	88,602
7	3,071	1,872	90,474	3,071	1,872	90,474
8	2,387	1,455	91,93	2,387	1,455	91,93
9	2,176	1,327	93,256	2,176	1,327	93,256
10	2,083	1,27	94,527	2,083	1,27	94,527
11	1,798	1,097	95,623	1,798	1,097	95,623
12	1,398	0,852	96,476	1,398	0,852	96,476
13	1,264	0,771	97,246	1,264	0,771	97,246
14	0,966	0,589	97,835			
.	.	.	.			
.	.	.	.			
.	.	.	.			
164	-4,34E-15	-2,65E-15	100			

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC 2005.

organizações nacionais de treinamento profissional e assistência técnica. Neste fator, o objeto da cooperação é P&D e testes para novos produtos.

- Fator 5: *Treinamento profissional e assistência técnica internacionais* – cooperação com organizações internacionais de treinamento profissional e assistência técnica.
- Fator 6: *P&D interno* – composto pelo número de pessoas empregadas no departamento de P&D.
- Fator 7: *Financiamento público de P&D* – a principal fonte de financiamento de P&D é o setor público.
- Fator 8: *Auto-financiamento* – de atividades de P&D e outras atividades inovativas.
- Fator 9: *Inovação de produto* – inovação incremental em novos produtos para o mercado mundial.
- Fator 10: *Financiamento público de atividades inovativas* – financiamento de atividades inovativas por bancos públicos, exceto de atividades de P&D.
- Fator 11: *Consultoria em P&D* – cooperação em P&D com empresas de consultoria.
- Fator 12: Informação sobre treinamento profissional e assistência técnica internacionais - informação de organizações internacionais de treinamento profissional e assistência técnica.

- Fator 13: *Informação de usuários no mercado mundial.*

O Fator 11 não apresentou *loadings* maiores que 0,5.

Como já foi dito anteriormente, o fator 1 é composto por 101 variáveis com *loadings* maiores que 0,5, o que dificulta a sua caracterização. Desta forma, foi realizada uma nova análise fatorial para melhor caracterizar este fator, usando as mesmas 101 variáveis constituintes do fator.

Tabela 2

Variância total explicada, número de fatores a considerar (Fator 1)

Componente	Autovalores iniciais			Extração da soma dos quadrados		
	Total	%Variância	%Acumulada	Total	%Variância	%Acumulada
1	81,076	81,076	81,076	81,076	81,076	81,076
2	6,726	6,726	87,802	6,726	6,726	87,802
3	2,363	2,363	90,164	2,363	2,363	90,164
4	2,31	2,31	92,474	2,31	2,31	92,474
5	1,42	1,42	93,895	1,42	1,42	93,895
6	1,053	1,053	94,948	1,053	1,053	94,948
7	0,983	0,983	95,931			
.	.	.	.			
.	.	.	.			
.	.	.	.			
100	-3,74E-15	-3,74E-15	100			

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC 2005.

Utilizando os mesmos critérios da análise fatorial anterior, temos:

- *Redução de custos e importância das fontes de informação:* composto pelo alto grau de impacto das atividades inovativas reduzindo o uso de recursos e reduzindo custos de produção; e pelo alto grau de importância das fontes de informação utilizadas.
- *Cooperação com organizações domésticas:* composto por relações de cooperação com fornecedores nacionais, organizações de treinamento profissional e assistência técnica, e usuários.
- *Fontes internacionais de informação:* composto por informação de fornecedores internacionais, feiras, conferências e publicações especializadas.
- *Obstáculos à inovação:* composto pelo alto grau de importância da falta de informação sobre tecnologia e mercado e pelas dificuldades da empresa em se adequar à regulação.
- *Financiamento privado de P&D:* uso de recursos de organizações privadas para realizar atividades de P&D.
- *Inovação ambiental:* alto impacto da atividade inovativa para redução do consumo de água.

O próximo passo do procedimento empírico é agrupar os setores industriais em *clusters* de acordo com estas variáveis latentes, usando o método hierárquico e as ligações de Ward. Foram encontrados seis *clusters*, cuja composição em termos dos setores industriais é mostrada na Tabela 3.

Tabela 3

Clusters

	Setor
1	Fabricação de máquinas e equipamentos
2	Fabricação de produtos minerais não-metálicos
3	Fabricação de produtos químicos Fabricação de artigos de borracha e plástico Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicação Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios
4	Fabricação de produtos alimentícios e bebidas Fabricação de produtos de fumo Fabricação de produtos têxteis Confecção de artigos de vestuário e acessórios Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados Fabricação de produtos de Madeira Fabricação de móveis e indústrias diversas Fabricação de celulose, papel e produtos de papel Edição, impressão e reprodução de gravações Metalurgia básica Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias Fabricação de outros equipamentos de transporte
5	Reciclagem
6	Fabricação de produtos de metal

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC 2005.

Para estimar quais os fatores mais relevantes para cada cluster, foi utilizada a Análise de Discriminante. A Tabela 4 mostra os coeficientes da Função de Classificação de Fisher. De acordo com este critério, os coeficientes mais altos definem os fatores mais importantes a cada *cluster*.

Os *clusters* podem ser classificados em dois grupos principais: Dependente ou Autônomo em relação à tecnologia internacional. O grupo Dependente inclui os *clusters* 1, 3 e 5; enquanto o grupo *Autônomo* inclui os *clusters* 2, 4 e 6.

Cluster 1: *Parte de uma cadeia global* – Os fatores mais relevantes no cluster 1 são as fontes internacionais de informação, financiamento público de atividades inovativas, exceto P&D, e cooperação. Apesar de ser classificado como dependente, este cluster também apresenta atividades de P&D, uma vez que usa tanto consultoria quando cooperação em P&D; ademais, trata-se de um exportador, pois apresenta informações de usuários em mercados internacionais como relevantes. Este cluster está provavelmente dentro de uma cadeia produtiva global. Apresenta os mais altos valores de fontes internacionais de informação e cooperação em

Tabela 4
Função de Classificação de Fisher

Variáveis	Clusters					
	1	2	3	4	5	6
Índice de inovação	-19,9	35,4	-17,1	6,1	-48	38,6
Cooperação	121,9	-116,1	53	-13,5	53,1	-40,3
Fontes internacionais de informação	360,6	-220,8	69,6	-19,7	92,3	-85,5
Cooperação em P&D	24,4	-10,4	0,04	-0,01	11,3	-25,5
Treinamento profissional internacional e assistência técnica	25,8	-17,7	10,4	-11,2	141,3	-13,03
P&D interno	-193,6	223,3	-71,7	17,1	-77,2	62,2
Financiamento público de P&D	-148,3	122	-48,9	10,7	-81,6	79,7
Auto-financiamento	-68,7	56,7	-19,3	5,8	-69,1	92,4
Inovação de produto	-0,1	2,1	1,7	0,04	9,1	-20,8
Financiamento público de atividades inovativas	174,9	-181,2	80,2	-21,2	102,3	-72,6
Consultoria em P&D	56,6	-33,9	9,5	-1,2	15,7	-29,5
Informação sobre treinamento profissional e assistência técnica internacionais	-32,8	22,1	-8,9	3,6	-10,9	-19,3
Informação de usuários no mercado mundial (Constante)	69,9	-75,1	33,7	-8,9	47,7	-49,6
	-1092	-720,8	-104,5	-10,7	-525,4	-336,6

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC 2005.

P&D (ver Tabela 5). Em termos das definições de regimes tecnológicos propostos por Breschi et alii (2000), este *cluster* apresenta altos níveis de apropriabilidade das inovações e cumulatividade dos avanços técnicos. Contudo, é dependente de tecnologia de outros países, tornando impossível de alcançar níveis satisfatórios de oportunidades tecnológicas. Considerando a taxonomia de Marsili e Verspagen (2001), o setor industrial deste cluster seria classificado no regime de engenharia de produto.

Cluster 2: *Autônomo em P&D* – Este grupo desenvolve atividades de P&D financiadas por instituições públicas. Usa informação de organizações de treinamento profissional e assistência técnica e tem alto nível de índice de inovação. Este cluster apresenta os mais altos valores médios de P&D interno e inovação de produto, como mostrado na Tabela 5. O setor industrial contido neste cluster é caracterizado por baixos níveis de apropriabilidade e cumulatividade; em comparação com Marsili e Verspagen seria classificado no regime de processos contínuos.

Cluster 3: *Dependente em informação e cooperação* – O cluster é caracterizado pelo uso de fontes internas de informação e financiamento público de atividades inovativas. Apresenta os valores mais altos de cooperação, financiamento público a atividades inovativas e informação de usuários no mercado internacional (Tabela 5). Apesar de apresentar altos níveis de apropriabilidade e cumulatividade, não pode alcançar altos níveis de oportunidade tecnológica, pois depende de outros países. Os setores industriais seriam classificados no regime de engenharia de produto e no regime baseado em ciência, em comparação com Marsili e Verspagen.

Cluster 4: *Autônomo em P&D com uso de informação internacional* – Apresenta atividades internas de P&D, financiadas por instituições públicas. Este cluster apresenta os valores mais altos de consultoria em P&D e informação sobre treinamento profissional e assistência técnica internacional (como mostrado na Tabela 5). É caracterizado por altos níveis de oportunidade e apropriabilidade, embora apresente baixo nível de cumulatividade. Estes fatores levam os setores industriais deste cluster a ser independentes de tecnologia de outros países. Os setores industriais seriam classificados nos regimes de processos contínuos, processos fundamentais e sistemas complexos em Marsili e Verspagen.

Tabela 5
Estatísticas descritivas – Média

Variáveis	Clusters					
	1	2	3	4	5	6
Índice de inovação	0.578	0.169	-0.239	0.425	-0.802	1.594
Cooperação	0.444	0.420	0.888	-0.304	-0.454	-0.215
Fontes internacionais de informação	5.954	-0.419	-0.079	-0.158	-0.066	-0.199
Cooperação em P&D	0.422	-0.101	-0.309	-0.116	0.034	-0.985
Treinamento profissional internacional e assistência técnica	-0.134	0.321	-0.263	-0.295	5.293	1.333
P&D interno	0.178	5.912	-0.189	-0.096	-0.385	-0.484
Financiamento público de P&D	0.039	-0.032	-0.042	-0.238	-0.984	0.955
Auto-financiamento	-0.292	0.270	0.259	-0.184	-1.474	4.857
Inovação de produto	-0.393	0.556	-0.015	-0.201	0.028	-0.981
Financiamento público de atividades inovativas	0.009	-0.342	1.621	-0.329	0.631	-0.463
Consultoria em P&D	0.117	-0.204	-0.224	0.258	-0.602	-0.336
Informação sobre treinamento profissional e assistência técnica internacionais	-0.436	-0.179	0.107	0.125	-1.153	-1.534
Informação de usuários no mercado mundial	-0.268	0.680	0.744	-0.324	0.209	-1.102

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC 2005.

Cluster 5: *Dependente de capital humano* – Este grupo depende de treinamento profissional e assistência técnica internacionais, de financiamento público de atividades inovativas, exceto P&D e de fontes internacionais de informação. Apresenta um baixo nível de cooperação, implicando que este grupo seja altamente dependente de tecnologia e treinamento profissional de outros países, de forma contínua. Apresenta também o mais alto valor de treinamento profissional e assistência técnica internacional (Tabela 5). O setor industrial deste cluster é caracterizado por altos níveis de cumulatividade e baixos níveis de apropriabilidade e oportunidade, e seria classificado no regime de processos contínuos em Marsili e Verspagen.

Cluster 6: *Autônomo em recursos financeiros* – Este cluster é caracterizado pela presença de financiamento interno de atividades inovativas, financiamento público de P&D e pelo desenvolvimento de atividades internas de P&D. Também apresenta o mais alto nível de índice de inovação, bem como o valor médio mais alto de índice de inovação, financiamento público de P&D e financiamento

interno (ver Tabela 5) *cluster*. Contudo, apresenta baixos níveis de oportunidade, cumulatividade e apropriabilidade. O setor industrial, em Marsili e Verspagen, seria classificado no regime de processos contínuos.

Estes resultados empíricos indicam que os *clusters* dependentes são os que apresentam altos níveis de apropriabilidade e cumulatividade e os *clusters* independentes são os que apresentam baixos níveis de cumulatividade. Além disso, a comparação com os regimes tecnológicos criados por Marsili e Verspagen indica que os setores mais inovativos são parte dos *clusters* dependentes, enquanto os *clusters* independentes contêm os setores menos inovativos.

4. Considerações Finais

Neste artigo, foi utilizada a análise multivariada para classificar os setores industriais brasileiros em regimes tecnológicos, usando a PINTEC 2005. O modelo agrupou os setores industriais em seis *clusters*. Como se trata da análise de um país em desenvolvimento, a dinâmica industrial é diferente daquela de países desenvolvidos, e a análise mais adequada é do ponto de vista da (in)dependência tecnológica. Desta forma, os *clusters* foram classificados em dois grupos principais: o grupo de setores industriais dependentes de tecnologia desenvolvida em outros países e o grupo tecnologicamente autônomo.

Os setores industriais dependentes mostraram-se mais influenciados por P&D internacional e por financiamento público. Também apresentaram os mais altos níveis de apropriabilidade e cumulatividade, o que dificulta os setores a alcançar independência tecnológica e níveis satisfatórios de inovação.

Por outro lado, os setores industriais autônomos usaram P&D interno e suas atividades inovativas foram financiadas por instituições públicas e por recursos próprios das empresas. Contudo, este grupo é composto por setores de baixa tecnologia, caracterizados por níveis mais baixos de cumulatividade.

Esta classificação pode ser interpretada à luz de um modelo Norte-Sul, em que os regimes tecnológicos dependentes contêm os setores industriais caracterizados por altos níveis de apropriabilidade e cumulatividade das inovações, dificultando, desta forma, a diminuição do hiato tecnológico existente, uma vez que as atividades inovativas destes setores têm um caráter passivo. Por outro lado, os regimes tecnológicos autônomos contêm setores industriais de baixa tecnologia, caracterizados por baixos níveis de cumulatividade das inovações. Outra característica a salientar é que os seis regimes tecnológicos encontrados são dependentes de recursos públicos para a realização de atividades inovativas.

O agrupamento dos setores industriais em regimes tecnológicos implica na organização de diferenças interindustriais em poucas categorias invariantes. Desta forma, esta classificação pode ser útil na elaboração de políticas industriais com o objetivo de melhorar a indústria e fomentar atividades inovativas.

Assim, apesar de as atividades inovativas no Brasil desenvolverem-se no

arcabouço de um marco regulatório composto por Lei do Bem² e Lei da Inovação,³ entre outras, e por políticas como a de Fundos Setoriais e pela Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), estes instrumentos não são aproveitados pelas empresas em toda sua extensão, seja pela falta de conhecimento destes instrumentos ou até mesmo por falta de interesse dos empresários em utilizá-los.

É importante ressaltar que, apesar de encontrar padrões de regimes tecnológicos diferentes daqueles existentes em países desenvolvidos, não se considera que este trabalho seja conclusivo a este respeito. Sendo assim, abrem-se novas oportunidades de pesquisa sobre a dinâmica das inovações brasileiras. Há, inclusive, a possibilidade de aprofundar a análise dos regimes encontrados, com a utilização de dados mais desagregados da indústria de transformação brasileira, uma vez que há o reconhecimento de que dentro de uma mesma divisão da CNAE (2 dígitos) pode haver grupos (3 dígitos) com diferentes características e dinâmicas.

Referências bibliográficas

- Breschi, S., Malerba, F., & Orsenigo, L. (2000). Technological regimes and Schumpeterian patterns of innovation. *Economic Journal*, 110:388–410.
- Cimoli, M. & Porcile, G. (2008). Volatility and crisis in catching-up economies: Industrial path-through under the stickiness of technological capabilities and the ‘red queen effect’. In College, M. H., editor, *Mount Holyoke College Development Conference*, Springfield, Massachusetts.
- Cimoli, M. & Porcile, G. (2010). Global growth and international cooperation: A structuralist perspective. *Cambridge Journal of Economics*. First published online July, 7.
- Dosi, G., Pavitt, K., & Soete, L. (1990). *The economics of technical change and international trade*. Harvester-Wheatsheaf, London.
- Fisher, R. A. (1936). The use of multiple measurement in taxonomic problems. *Annals of Eugenics*, 7:179–188.
- Gonçalves, E. & Simões, R. (2005). Padrões de esforço tecnológico da indústria brasileira: Uma análise setorial a partir de técnicas multivariadas. *Revista Economia*, 6:391–433.
- Guidolin, S. M. & Martinelli, O. (2008). Regimes tecnológicos da indústria brasileira: Uma contribuição para a análise empírica. In *Anais do XXXVI Encontro Nacional de Economia*. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro2008/artigos/20090720209550-.pdf>. Acesso em: abr. 2011.
- Kaiser, H. F. (1958). The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, 23:187–200.

² Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005, define os incentivos fiscais destinados a estimular e incentivar as atividades de pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica realizadas por pessoas jurídicas (BRASIL, 2011).

³ Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, reflete a necessidade de o país contar com dispositivos legais que contribuam para o delineamento de um cenário favorável ao desenvolvimento científico, tecnológico e ao incentivo à inovação (BRASIL, 2011). É a primeira lei no Brasil a tratar do relacionamento entre universidades e empresas.

- Malerba, F. & Orsenigo, L. (1997). Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities. *Industrial and Corporate Change*, 6:83–117.
- Maroco, J. (2003). *Análise Estatística: Com a Utilização do SPSS*. Silabo, Lisboa.
- Marsili, O. (2001). *The Anatomy and Evolution of Industries: Technological Change and Industrial Dynamics*. Edward Elgar, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA.
- Marsili, O. & Verspagen, B. (2001). Technological regimes and innovation: Looking for regularities in Dutch manufacturing. Disponível em: <http://www.druid.dk/conferences/nw/paper1/MarsiliVerspagen.pdf>. Acesso em: 20 set. 2005.
- Marsili, O. & Verspagen, B. (2002). Technology and the dynamics of industrial structures: An empirical mapping of Dutch manufacturing. *Industrial and Corporate Change*, 11:791–815.
- Nelson, R. & Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13:343–373.
- Schumpeter, J. (1911). *The Theory of Economic Development*. Oxford University Press, Oxford.
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Harper, New York.
- Spearman, C. (1904). General intelligence objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15:201–293.
- Vence-Deza, X. (1995). *Economía de la innovación y del cambio tecnológico*. Siglo Veintiuno de España, Madrid.
- Ward, J. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of American Statistical Association*, 58:236–244.
- Winter, S. (1984). Schumpeterian competition in alternative technological regimes. *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 5:287–320.