

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA

**REGIMES TECNOLÓGICOS NA INDÚSTRIA
BRASILEIRA: UM ESTUDO EMPÍRICO**

VINICIUS RIBEIRO VIEIRA

Matrícula nº: 109006258

RIO DE JANEIRO,
NOVEMBRO 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA

**REGIMES TECNOLÓGICOS NA INDÚSTRIA
BRASILEIRA: UM ESTUDO EMPÍRICO**

VINICIUS RIBEIRO VIEIRA

Matrícula nº: 109006258

**Dissertação apresentada ao Instituto de
Economia da Universidade Federal do
Rio de Janeiro como parte dos requisitos
para obtenção do Título de Mestre em
Economia**

Orientador:

Prof. Dr. Marcelo Resende

**RIO DE JANEIRO,
NOVEMBRO 2011**

REGIMES TECNOLOGICOS NA INDÚSTRIA BRASILEIRA: UM ESTUDO EMPÍRICO

VINICIUS RIBEIRO VIEIRA

RIO DE JANEIRO, NOVEMBRO DE 2011.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Resende – IE/UFRJ

Prof. Dr. Luiz Otavio de Figueiredo Façanha – IE/UFRJ

Profa. Dra . Ana Urraca Ruiz – IE/UFF

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família e a minha namorada por todo o apoio e compreensão me dado durante o desenvolvimento deste trabalho; ao meu orientador, professor Marcelo Resende, pelas valiosas lições e conselhos durante todo o processo de desenvolvimento desta dissertação e a todos aqueles que me apoiaram e ajudaram nestes duros anos de mestrando.

RESEUMO

Este trabalho pretende analisar empiricamente os setores industriais brasileiros sob a ótica dos regimes tecnológicos e padrões de inovação. Inicialmente será realizada, a partir da aplicação dos métodos de Análise Estatística Multivariada, a classificação dos setores industriais brasileiros de acordo com os padrões de inovação Schumpeter *Mark I* (SM-I) e Schumpeter *Mark II* (SM-II). Em seguida buscaremos verificar, através da realização de testes de igualdade de média e variância, se existe diferença nas características estruturais de setores classificados em SM-I e SM-II. Desta classificação e dos diversos testes realizados foi possível concluir que, embora seja possível classificar os setores industriais de acordo com seus padrões de inovação, esta classificação mostrou-se não significativa uma vez não ter sido possível constatar diferenças nas propriedades estruturais de setores classificados em padrões de inovação diferentes.

Palavras-Chave: setores industriais brasileiros, padrões de inovação, regimes tecnológicos.

ABSTRACT

This paper aims at empirically examining the Brazilian industrial sectors from the perspective of technological regimes and patterns of innovation. Initially, upon the application of methods from Multivariate Statistical, one devises a classification for the Brazilian industrial sectors according the Schumpeterian pattern of innovation, focusing in the patterns Schumpeter Mark I (SM-I) and Schumpeter Mark II (SM-II). Then we will seek to verify, through the application of tests for equality of mean and variance, whether there are differences in the structural characteristics of the industries classified as SM-I and SM-II. From this classification and empirical tests, it was concluded that, although it is possible to classify the Brazilian industries according the Schumpeterian pattern of innovation, this classification proved to be not significant since it was not possible to see differences in the structural properties of sectors classified into patterns different innovation.

Key-Words: Brazilian Industrial Sectors, pattern of innovation, technological regimes.

Lista de Figura

Figura 1: Observações Aleatória de duas Variáveis hipotéticas	29
Figura 2: Componentes Principais z_1 e z_2 de x_1 e x_2	29
Figura 3: Distribuição de Frequência Hipotética de X_1 e X_2	37

Lista de Tabelas

Tabela 1: Relações Esperadas entre Padrões de Inovação e Regimes Tecnológicos	22
Tabela 2: Indicadores Estruturais da Atividade Inovativa para Setores Industriais Brasileiros.	46
Tabela 3: Indicadores Característicos de Regimes Tecnológicos para setores indústrias brasileiros...	48
Tabela 4: Correlação entre Indicadores Estruturais de Inovação	49
Tabela 5: Análise dos Componentes Principais.....	50
Tabela 6: Classificação dos Setores Industriais Brasileiros	51
Tabela 7: Estatísticas Descritivas por Setor SM-I e SM-II	52
Tabela 8: Coeficientes Discriminantes	53
Tabela 9: Diagnóstico de Classificação com Base nas Funções Discriminantes.....	54
Tabela 10: Setores Mal Classificados de Acordo com as Análises Discriminantes.....	55
Tabela 11: Coeficientes Discriminantes para Setores Ajustados	56
Tabela 12: Hipóteses Intersetoriais Entre Estruturas SM-I e SM-II	59
Tabela 13: Resultados dos Testes de Hipóteses Aplicados aos Setores Industriais Holandeses	70
Tabela 14: Síntese de Variáveis.....	80
Tabela 15: Resultados dos Testes de Igualdade de Variâncias	82
Tabela 16: Resultados para Testes de Hipóteses para Igualdades de Médias.....	83

Sumário

Introdução.....	1
Capítulo 1: Regimes Tecnológicos e suas implicações	9
1.1 – Os Regimes Tecnológicos.....	10
1.2 – Os Padrões de Inovação Schumpeter <i>Mark I</i> e Schumpeter <i>Mark II</i>	14
Capítulo 2: A Análise dos Componentes Principais e os Padrões de Inovação na Indústria Brasileira.....	25
2.1 – Regimes Tecnológicos e Padrões de Inovação: uma visão empírica.	26
2.1.1 – O Método das Componentes Principais	26
2.1.2 – A Classificação dos Padrões de Inovação	34
2.2 – O Método de Análise Discriminante.	37
2.3 – A Classificação dos Padrões de Inovação dos Setores Industriais Brasileiro.	42
2.3.1 – Dados.....	42
2.3.2 – A Classificação dos Padrões de Inovação Setoriais Brasileiros	48
2.3.2 – A Análise Discriminante dos Setores Indústrias Brasileiros.	52
Capítulo 3: Os Regimes Tecnológicos e as Diferenças Estruturais Intersectoriais: uma Análise para os Setores Industriais Brasileiros.	57
3.1 – Hipóteses Características dos Regimes Tecnológicos.....	57
3.2 – Os Regimes Tecnológicos na Indústria Holandesa: Metodologia, Dados e Resultados.	60
3.2.1 – Testes de Igualdade de Média	61
3.2.2 – Base de Dados	64
3.3 – Os Regimes Tecnológicos na Indústria Brasileira	72
3.3.1 – Dados.....	72
3.3.2 – Testes de Hipóteses	81
Considerações Finais	86
Bibliografia	95
ANEXOS:	100
Anexo 1: Variáveis Utilizadas para Construção dos Indicadores Característicos dos Regimes Tecnológicos.	100
Anexo 2: Indicadores de Características Estruturais	102
Anexo 3: Indicadores Característicos de Regimes Tecnológicos.....	104
Anexo 4: Classificação dos Setores Industriais.....	106
Anexo 5: Classificação com base nas Análises Discriminantes dos Setores Industriais.....	109
Anexo 6: Classificação dos Setores Industriais Holandeses	111

Anexo 7: Resultados dos Testes de Hipótese Aplicados aos Setores Industriais Europeus.....	113
--	-----

Introdução

A inovação está, e sempre estará, associada ao desenvolvimento. Essa afirmação embora forte mostra-se verdadeira quando analisamos a história da economia moderna. Seja com a primeira revolução industrial e o surgimento das máquinas a vapor, seja com o desenvolvimento dos tigres asiático, que através de políticas tecnológicas intensivas, superaram a condição de subdesenvolvidos.

Teoricamente a inovação tecnológica sempre foi tida como um instrumento para o desenvolvimento. Schumpeter (1934) já pontuava que a inovação seria o principal motor do dinamismo capitalista, por ser a “arma” utilizada pelas empresas na concorrência capitalista visto esta concorrência tomar forma através de um processo contínuo de introdução e difusão de novos produtos e processos e o aprimoramento dos já existentes. Tal pensamento foi retomado, contemporaneamente, pelos autores da chamada escola neo-schumpeteriana, os quais afirmavam ser as diferenças na forma como as empresas buscavam, introduziam, usavam e difundiam suas inovações os fatores responsáveis por proporcionar a competição entre as firmas, que conseqüentemente levaria ao desenvolvimento.

Neste trabalho daremos destaque, em especial, aos conceitos formulados, Nelson & Winter (1982) e Winter (1984), que partindo dos conceitos de paradigma e trajetórias tecnológicas de Dosi (1982), desenvolvem o conceito de regimes tecnológicos. Tais regimes têm como objetivo caracterizar o ambiente no qual as empresas desenvolvem suas atividades inovativas, uma vez que este ambiente pode influenciar / determinar a forma como a atividade inovativa é conduzida. É a partir da formulação deste conceito que crescem o número de estudos que buscam analisar as semelhanças e diferenças na condução da atividade inovativa por setores industriais diferentes.

Nesse contexto diversas taxonomias têm sido criadas na tentativa de explicar os diferentes padrões de inovação setoriais existentes. Nesta linha grande destaque possui o trabalho de Pavitt (1984), que busca através dos padrões de inovação retratar a variedade existente nas formas de acumulação de capacitações e conhecimento, tentando com isso explicar como o conhecimento é produzido e difundido. Para construir esta taxonomia, Pavitt analisa fatores específicos de cada indústria, como por exemplo, as fontes de informação (internas ou externas); as formas de inovação (produto ou processo); as formas de apropriação (patentes, segredos industriais, entre outros); e as características da base do conhecimento (genérico ou aplicado), para assim agrupar as indústrias de acordo com as similaridades e diferenças nestas características.

Pavitt (1984) agrupa as indústrias em três categorias distintas: setores dominados por fornecedores; setores de produção intensiva e setores baseados em ciência. O primeiro se caracteriza por apresentar pequenas firmas, com reduzida importância aos investimentos em pesquisa e desenvolvimento e predominância de um processo de absorção passiva de tecnológica (importação de tecnologia pronta), associado a reduzida apropriabilidade. Já o segundo grupo pode ser subdividido em setores intensivos em escala, com predominância de grandes empresas e elevados esforços tecnológicos, e setores de fornecedores especializados, os quais apresentam representativos investimentos em pesquisa e desenvolvimento, sendo contudo maior importância dada as relações usuário-produtor. Por fim o terceiro grupo que se caracteriza com apresentar a relação mais sensível aos investimentos em pesquisa e desenvolvimento e atividade inovativa.

Outra taxonomia de grande relevância para o estudo dos padrões de inovação foi proposta por Breschi et al. (2000) e Malerba & Orsenigo (1995; 1996 e 1997), os quais buscam caracterizar os regimes tecnológicos como combinação especial das condições de

oportunidades, apropriabilidade, cumulatividade da atividade tecnológica e as propriedades associadas a base de conhecimento. Tais condições são responsáveis por determinar o ambiente, e conseqüentemente os regimes tecnológicos, no qual a firma se insere.

Da combinação destas quatro dimensões os autores classificam os setores industriais em padrões de inovação Schumpeter *Mark I* (SM-I) e Schumpeter *Mark II* (SM-II), que se associam, respectivamente, às teorias da destruição e acumulação criadora propostas, respectivamente, por Schumpeter em 1934 e 1942. Por esta associação percebemos que os padrões SM-I são utilizados por estes autores para caracterizar ambientes dinâmicos tecnologicamente, onde a atividade inovativa é conduzida principalmente por novos inovadores, e os padrões SM-II para caracterizar ambientes pouco dinâmicos, com predominâncias de inovadores já estabelecidos e pouca participação de novos inovadores.

Diversos têm sido os estudos que tentam caracterizar os padrões de inovação brasileiros de acordo com uma taxonomia de padrões de inovação e regimes tecnológicos pré-estabelecidos teoricamente. Contudo antes de entrarmos nesta caracterização, vale uma breve reflexão sobre as características inovativas da indústria brasileira como um todo.

De acordo com os dados disponibilizados pela Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) 2008, publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para o triênio de 2006 – 2008, o Brasil possuía 106,8 mil empresas com dez ou mais empregados, onde deste total, 41,3 mil implementaram uma inovação de produto e/ou processo¹. Ao analisarmos o subgrupo das empresas industriais, temos que 22,9% destas empresas inovaram

¹ Devemos ressaltar que este número relativamente grande de novos inovadores se deve ao fato do IBGE utilizar a definição de inovação conforme proposto pelo Manual de Oslo, segundo o qual inovação é não somente a introdução de um novo ou melhorado produto e/ou processo para o mercado nacional e/ou internacional, é também a introdução de um novo ou melhorado produto e/ou processo para a firma, podendo este ser a cópia de um já existente no mercado doméstico ou internacional.

em produto, porém somente 4,1% introduziram um produto novo ou significativamente melhorado para o mercado nacional.

Já em relação ao tipo de atividade inovadora, a PINTEC 2008, nos fornece o detalhamento sobre como se divide os dispêndios realizados nas atividades inovativas como um percentual da receita. Para as empresas industriais temos que 1,25% do faturamento da empresa é destinados a aquisição de máquinas e equipamentos, o que segundo Viotti (2002) se caracterizaria como um processo de “absorção passiva de tecnologia”, no qual as empresas “importam” a inovação já pronta para uso. Ou seja, por este quadro podemos perceber que as empresas industriais brasileiras buscam a inovação através da cópia e/ou aquisição e não da realização de investimentos maciços em pesquisa e desenvolvimento.

De acordo com Gonçalves & Simões (2005) um processo de absorção passiva de tecnologia ocorre quando as firmas adquirem técnicas prontas para serem usadas através, por exemplo, do licenciamento para utilização de novas tecnologias, da compra de pacotes tecnológicos de fornecedores externos a firma, entre outros ao invés de desenvolvê-las internamente.

Este tipo de absorção é realizado na maioria dos países em desenvolvimento como uma forma de realizar uma espécie de *catching up* tecnológico. Porém esse avanço relativamente rápido da tecnologia é acompanhado de um esforço tecnológico mínimo ou inexistente. Por esforço tecnológico temos a definição fornecida por Zucoloto & Junior (2005) segundo a qual este esforço é a relação entre os investimentos realizados em atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento (aqui se exclui o P&D adquirido externamente a firma) e a produção industrial.

Gonçalves & Simões (2005) ao estudar, a partir de dados da PINTEC 2000, o esforço tecnológico associado aos setores industriais brasileiros, chegam a conclusão de que a maioria

dos setores industriais tem um esforço inovador mais concentrado no final do processo produtivo, ou seja, quando o produto já está próximo do consumidor final e dependente da aquisição de conhecimento externo. Nesta mesma linha Kannenbley et al. (2005) encontra resultado próximo, mostrando a atividade inovativa nos setores industriais brasileiros tem uma orientação voltada para exportação e dependente de capital externo. Este quadro reforça a ideia de que os setores industriais brasileiros não possuem autonomia para inovar, tendo seu esforço tecnológico direcionado para a aquisição externa de conhecimento.

A partir destas características gerais podemos perceber que, embora possuindo marcadamente um baixo esforço tecnológico, os setores industriais brasileiros apresentam alguma diversidade na forma com que conduzem suas atividades inovativa, o que justifica a tentativa agrupar estes setores de acordo com taxonomias pré-estabelecidas.

Nesse contexto Campos (2005) partindo de uma análise de *clusters* aplicada aos setores industriais brasileiros, busca analisar as diferenças intersetoriais existentes em relação às fontes de inovação, formas de aprendizagem, tipos de conhecimentos relevantes, trajetórias tecnológicas e resultados do processo inovativo. A partir desta análise o autor retoma o desenvolvimento de Pavitt (1984), classificando os setores industriais brasileiros em dominados por fornecedor, fornecedores especializados, intensivos em economias de escala e baseados em ciência e intensivos em tecnologia. A classificação segundo esta tipologia, permite ao autor afirmar existir uma diferenciação na atividade inovadora, fortemente influenciada pelas características industriais brasileiras (Campos, 2005, p.92).

Da mesma forma Guidolin (2007) procura, com base em Marsalli (2001), classificar os regimes tecnológicos em: baseados em ciência, processos básicos, sistemas complexos, engenharia de produto e processo contínuos. Porém os resultados desta tentativa indicam, segundo a própria autora, não ser significativa a agregação dos setores industriais brasileiros

segundo esta taxonomia, fruto principalmente do baixo esforço tecnológico associado a indústria de países em desenvolvimento.

Esta dissertação insere-se neste contexto como uma tentativa de classificar os setores industriais brasileiros de acordo com seus padrões de inovações, tal como proposto por Breschi et al. (2000) e Malerba & Orsenigo (1995; 1997). Desta forma partindo de um modelo de análise multivariada procuraremos classificar os setores industriais brasileiros de padrões SM-I e SM-II. Em conjunto a esta classificação setorial realizaremos testes para avaliar se classificar os setores industriais brasileiros segundo esta taxonomia é significativa. desta agregação, ou seja, verificaremos

Com esses objetivos esta dissertação apresentará, além desta introdução e de suas considerações finais, três capítulos os quais tratarão da teoria dos regimes tecnológicos e padrões de inovação; da classificação dos setores industriais brasileiros e da verificação da significância desta classificação.

No primeiro capítulo desta dissertação faremos uma revisão bibliográfica dos conceitos de regimes tecnológicos e padrões de inovação, onde partindo dos conceitos de paradigmas e trajetórias tecnológicas propostas por Dosi (1982), apresentaremos os regimes tecnológicos propostos por Nelson & Winter (1982) e a os chamados regimes rotinizados e empreendedor propostos por Winter (1984). Junto a isto neste primeiro capítulo serão também apresentados os padrões de inovação SM-I e SM-II, tal como proposto por Malerba & Orsenigo (1995; 1997), os quais partindo das ideias de destruição e acumulação criadora de Schumpeter caracterizarão o ambiente inovador no qual a firma esta inserida como uma combinação das condições de oportunidade, apropriabilidade, cumulatividade da atividade tecnológica e das características da base do conhecimento.

O segundo capítulo terá como objetivo realizar a classificação dos setores industriais brasileiros de acordo com os padrões SM-I e SM-II, a partir da utilização, tal como em Breschi et al. (2000), de técnicas de Análise Estatística Multivariada, em especial da análise dos componentes principais e das análises discriminantes. A aplicação destas técnicas é que nos permitirá, partindo de indicadores de concentração na atividade inovativa, entrada de inovadores e estabilidade hierárquica de inovadores classificar os setores de acordo com padrões SM-I e SM-II.

Como o objetivo este capítulo fará uma breve revisão bibliográfica sobre o método das componentes principais, fazendo um resumo dos principais conceitos apresentados por Jolliffe (2002) e Johnson & Wichern (2002), e sobre as análises discriminantes, tal como apresentadas por Morrison (1969) e Afif, Clark & May (2004). A aplicação destes dois métodos permitirá não só a classificação dos regimes tecnológicos como também a identificação de possíveis erros de classificação. Apresentará os resultados empíricos encontrados por Breschi et al. (2000) ao classificar os setores industriais europeus. E por fim apresentará a classificação proposta para os setores industriais brasileiros.

O terceiro capítulo terá como objetivo verificar se a classificação dos setores em padrões SM-I e SM-II são pertinentes. Para isso serão realizados testes de igualdade de médias e variância sobre indicadores construídos com a finalidade de refletir as propriedades estruturais dos setores industriais. Para isso construiremos variáveis similares às propostas por Van Dijk (2002), que analisar o comportamento da indústria holandesa classificada sob esta ótica.

Por fim após apresentados estes três capítulos será apresentada a conclusão deste trabalho, visando esclarecer, entre outras coisas, se a classificação dos setores industriais brasileiros em estruturas SM-I e SM-II representa bem a dinâmica dos setores industriais

brasileiros e se os resultados encontrados nos testes de hipótese seguem em linha com a teoria dos regimes tecnológicos e com a própria história da industrialização brasileira.

Capítulo 1: Regimes Tecnológicos e suas implicações

A inovação e a mudança tecnológica são temas de grande relevância para o estudo do desenvolvimento industrial e do crescimento econômico. É a partir desta constatação que a inovação passa a ser vista não mais como um fenômeno exógeno ao sistema econômico, mas sim um processo endógeno, que revoluciona as estruturas existentes, incessantemente destruindo o velho e constantemente criando o novo (Schumpeter, 1942).

Esta concepção da inovação como um processo ativo na dinâmica industrial teve seu desenvolvimento impulsionado pelas obras de Schumpeter, nas quais se mostrou que, para o sistema capitalista, o importante não é como este administra as estruturas existentes, mas sim como ele as cria e destrói. Sendo este processo de criação e destruição o motor de toda a concorrência capitalista que leva ao desenvolvimento das indústrias e empresas. Contudo, embora de extrema importância para a teoria das inovações, este autor não se preocupa em explicar o ambiente no qual se origina a inovação.

Esta tentativa de caracterizar o ambiente no qual a inovação se desenvolve, bem como seus determinantes é realizada por autores da chamada corrente teoria evolucionária. Tais autores buscam, entre outras coisas, caracterizar, através de regimes tecnológicos, o ambiente no qual determinada firma desenvolve sua inovação e também as similaridades e diferenças na forma como esta atividade é conduzida por diferentes setores industriais e países. Nesse sentido, este capítulo fará uma breve revisão bibliográfica desta literatura, enfatizando os trabalhos de Dosi (1982); Nelson & Winter (1982) e Winter (1984) para a explicação dos regimes tecnológicos e de Breschi, Malerba & Orsenigo (2000) e Malerba & Orsenigo (1995; 1996 e 1997), para a explicação dos padrões de inovação.

1.1 – Os Regimes Tecnológicos

A análise das relações entre as características do ambiente tecnológico e a inovação é a questão central da chamada economia evolucionária. Tal corrente de pensamento tem como objetivo retratar as relações econômicas através de uma ótica biológica darwiniana. Isto é, os autores seguidores desta corrente, acreditam que os conceitos-chaves para o entendimento de economia são a evolução e a seleção natural. Na biologia a principal forma de evolução é através de mutações, que se inserem num ambiente de seleção natural, onde somente a mais apta se sobrevive. Na análise econômica, o papel das mutações é atribuído às inovações e a seleção natural é realizada pelo mercado, que expulsa as firmas atrasadas (ineficientes).

Dosi (1982) é um dos principais expoentes desta vertente, tendo contribuído através da percepção de que o progresso técnico não é, como na teoria neoclássica, um simples deslocamento da fronteira de possibilidades de produção que permite um aumento do número de bens produzidos; é na realidade uma junção de aspectos práticos (relacionados a solução de problemas), aspectos teóricos (que podem vir a ser aplicados na prática), *know-how*, métodos, procedimentos, experiências, tentativa e erro, entre outros. (Dosi, 1982, p.152).

Desta forma o Dosi (1982) define o chamado paradigma tecnológico que é nada mais do que um modelo, um padrão, de solução para problemas tecnológicos selecionados. Em conjunto a esta definição o autor apresenta a noção de que o conhecimento técnico se desenvolve seguindo uma trajetória determinada. A esta trajetória o autor dá o nome de trajetória tecnológica, a qual se inicia com a instauração de um paradigma e atinge seu ponto mais alto na fronteira tecnológica, momento este em que se deve alterar o paradigma em vigor para dar continuidade ao desenvolvimento.

Desta corrente evolucionária, Nelson & Winter (1987) e Winter (1984) são os principais expoentes. Estes autores buscavam caracterizar o ambiente no qual as firmas desenvolviam suas atividades inovativas, classificando em regimes tecnológicos. Nelson & Winter (1982), com esse objetivo definem dois regimes de mudanças tecnológicas: um regime de base científica (*Science-based*) e um regime de tecnologia cumulativa. O regime de base científica tenta descrever aqueles ambientes nos quais há uma base de conhecimento mais ampla, que propicia maiores oportunidades tecnológicas e conseqüentemente torna o acesso ao conhecimento universal. Por outro lado no regime de tecnologia cumulativa as oportunidades tecnológicas e o conhecimento são limitados pelo caráter cumulativo da tecnologia, de forma que o conhecimento torna-se disponível somente para aquelas firmas que se encontram inseridas no processo de desenvolvimento da mudança tecnológica.

Nesse contexto é de se esperar que os regimes de base científica apresentem níveis menores de concentração, uma vez que todos os participantes do mercado teriam acesso ao conhecimento necessário para produzir uma inovação, o que impediria um inovador de obter monopólio sobre sua inovação. Mais especificamente percebemos que neste regime as fontes de conhecimento externas a firma tem grande importância, uma vez que qualquer melhoria que venha a surgir no mercado pode ser facilmente percebida e incorporada. Ou seja, aquilo que a firma obtém no presente é resultado não de suas inovações passadas, mas sim daquilo que ela adquiri no presente (Nelson & Winter, 2005, p. 411).

Já no regime de tecnologia cumulativa o quadro é completamente diferente, pois neste impera a ideia de que o sucesso alimenta o sucesso. Ou seja, neste regime devido as características cumulativas do conhecimento tecnológico, o desenvolvimento de uma inovação alimenta o processo de crescimento da firma por aumentar a probabilidade desta firma introduzir nova inovação e assim manter sua posição “dominante”.

A caracterização ambiente tecnológico nestes dois regimes distintos permite a Nelson & Winter (1982) simular (em termos econométricos²) os efeitos que da concorrência scumpeteriana sobre a estrutura de mercado, demonstrando que a dinâmica industrial é construída a através da concorrência que tem por objetivo a geração de assimetrias. Contudo embora seminal este modelo peca em dois pontos fundamentais, pois não considera a entrada de novas firmas nem explicita como as características tecnológicas propiciam o surgimento destas assimetrias.

Com relação a crítica sobre não considerar a entrada de novas firmas, Winter (1984) busca adaptar o modelo básico da obra de Nelson & Winter (1982) de forma a que este passe a captar propriedades dinâmicas, em especial a entrada de novas firmas. Só que para isso, como ressalta o próprio autor, é necessário definir em que condições a entrada ocorre e quais as fontes que permitem o surgimento desta inovação.

Toda a empresa ao entrar no mercado irá realizar um processo de busca pela inovação, a qual pode ser proveniente de diversas fontes, desta forma Winter (1984) destaca três fontes principais: o próprio setor industrial no qual a nova empresa se insere; o ambiente externo ao setor industrial; e a própria empresa. Quando uma empresa adota um processo de busca pela inovação focando no próprio setor industrial esta vai buscar a inovação em seus concorrentes adotando uma estratégia imitadora. Já quando o processo de busca é “voltado para fora” do setor industrial a nova firma buscará capacitar seu pessoal de forma a que estes possam captar no ambiente externo oportunidades de inovação ou simplesmente importar a tecnologia já pronta para uso. E por fim quando a estratégia de busca adotada é voltada para a própria empresa estas buscarão investir mais em pesquisa e desenvolvimento, gerando assim suas

² A apresentação dos modelos econométricos, bem como suas hipóteses, foge ao escopo deste capítulo teórico. Para maiores detalhes sobre a modelagem ver: Capítulos 12, 13 e 14 in Nelson & Winter (1982).

próprias inovações. Segundo o próprio autor, estas três fontes de inovação são suficientes para definir o ambiente econômico

A identificação destas fontes permite a Winter (1984) fazer uma associação entre estes ambientes e as obras Teoria do Desenvolvimento Econômico (1934) e Capitalismo, Socialismo e Democracia (1942) de Schumpeter, definido assim dois regimes tecnológicos. O primeiro regime, Winter (1984), caracteriza como um regime empreendedor no qual o empresário, visto como um agente externo ao mercado é motor da mudança tecnológica. Desta forma este empresário ao entrar no mercado sob a forma de um novo inovador altera as condições existentes, podendo inclusive modificar toda a estrutura do mercado. Já o segundo regime é caracterizado como um regime rotinizado, no qual as grandes empresas figuram como o motor do desenvolvimento tecnológico, explorando todas as oportunidades tecnológicas disponíveis e perpetuando as estruturas já existentes.

Mesmo tendo definido estes dois regimes tecnológicos distintos, resta ainda identificar quais os fatores que irão condicionar o processo de entrada de novos inovadores ou permanência dos já existentes. Tais fatores são basicamente, como apresenta Dosi (1988), definidos em termos de oportunidades tecnológicas, apropriabilidade, cumulatividade.

As oportunidades tecnológicas, de acordo com Dosi (1988), representam as possibilidades abertas por uma inovação que possibilitam as firmas incorporar avanços tecnológicos, que permitem a geração inovações subsequentes. A apropriabilidade por sua vez é a propriedade que garante ao inovador apropria-se dos ganhos de sua inovação, fornecendo assim o incentivo necessário para a busca pela atividade inovativa. Para Albuquerque (2006, *apud* Dosi, 1984, p. 87), estas duas propriedades são condições necessárias para a atividade inovativa em ambientes de mercado. Já a condição de cumulatividade garante ao inovador que primeiro inovar maiores chances de obter uma inovação subsequente, visto que em

algumas situações o desenvolvimento de inovações posteriores (inovações incrementais) depende de conhecimentos complexos que não podem ser facilmente adquiridos, estando disponível somente para o “descobridor” da tecnologia.

A partir destas três fontes condicionantes da entrada de novos inovadores podemos melhor caracterizar o ambiente inovador dos regimes rotinizados e empreendedor de Winter (1984). Desta forma o regime rotinizado se caracteriza por apresentar oportunidades tecnológicas crescentes, que junto de elevadas condições de cumulatividade e apropriabilidade garantem aos inovadores já instalados a predominância na condução da atividade inovativa. Já o regime empreendedor por sua vez caracteriza um ambiente no qual há elevadas oportunidades tecnológicas com reduzida cumulatividade, o que favorece a exploração por novos inovadores de oportunidades não aproveitadas pela firmas já estabelecidas.

Destas definições, em especial dos trabalhos de Winter (1984) e Dosi (1988), Malerba & Orsenigo (1990; 1997) descrevem dois regimes tecnológicos associados as obras de Schumpeter, denominados de padrões SM-I e SM-II, construídos a partir de uma combinação particular das condições de oportunidade, apropriabilidade, cumulatividade do conhecimento tecnológico e das características da base do conhecimentos. Estes regimes tecnológicos bem como os estudos empíricos realizados por Malerba & Orsenigo serão apresentados na próxima seção.

1.2 – Os Padrões de Inovação Schumpeter *Mark I* e Schumpeter *Mark II*.

Os padrões de inovação SM-I e SM-II foram definidos por Malerba & Orsenigo (1995; 1997) e Breshi et al. (2000) a partir da caracterização dos ambientes inovativos de acordo com as ideias de destruição criadora e acumulação criadora. Desta forma seu objetivo

ao aplicar esta taxonomia é permitir identificar aqueles ambientes nos quais a atividade inovativa é mais dinâmica, onde as estruturas existentes não se mantêm, e aqueles nos quais é mais estável, com manutenção das estruturas existentes.

Neste contexto caracterizam-se os padrões Schumpeter (SM-I) como aqueles nos quais a atividade inovativa conduzida principalmente por novas firmas que entram no mercado introduzindo novas ideias, lançando novos produtos e processos, alterando as estruturas existentes e impedindo que as firmas estabelecidas mantenham-se em posição de líderes por muito tempo (Malerba & Orsenigo, 1997, p. 85). Ou seja, estruturas SM-I se caracterizam pela existência de um fluxo de entrada de novos inovadores que constantemente criam o novo e destroem o velho.

Já os padrões SM-II tem a atividade inovativa dominada por grandes empresas já estabelecidas no mercado que devido a possuir maiores estoques de conhecimento, maiores escalas para a realização da pesquisa e maiores recursos financeiros, o conseguem manter um fluxo constante de inovações que lhes permite criar barreiras a entrada e conseqüentemente impedir a entrada de novos inovadores (Malerba & Orsenigo, 1997, p. 85).

Do ponto de vista da base do conhecimento associada aos padrões SM-I e SM-II Malerba & Orsenigo (1995, p. 48) afirmam que em padrões SM-I a base de conhecimento se caracteriza por permanecer em constante expansão devido a entrada de novos inovadores que corrompem as vantagens tecnológicas das firmas já instaladas, gerando assim uma ampliação desta base do conhecimento, por esse motivo os autores classificam este como um padrão de alargamento (*widening*). Já o padrão SM-II se caracteriza por ter a atividade inovativa dominada por grandes empresas, as quais vão inovando continuamente e conseqüentemente acumulando capacidades tecnológicas e inovativas, que levam a um “aprofundamento” da

base do conhecimento, sendo este o motivo que estes autores classificam este como um padrão de alargamento (*deepening*).

Note que podemos associar estes padrões SM-I e SM-II as fases do desenvolvimento do paradigma tecnológico de Dosi (1982). Por esta associação teríamos que o padrão SM-I surgiria na criação e estabelecimento de um novo paradigma tecnológico (no qual o papel do empreendedor – novo inovador – se destaca). A partir do momento em que este paradigma torna-se estabelecido e o processo de acumulação do conhecimento avança em direção a fronteira tecnológica, isto é, avança sobre sua trajetória tecnológica são criadas barreiras à entrada de novos inovadores que levam ao fortalecimento das grandes firmas já instaladas caracterizando assim um padrão SM-II.

Malerba & Orsenigo (1995; 1997) propuseram, da mesma forma que Winter (1984), caracterizar estes padrões SM-I e SM-II através da combinação das condições de oportunidade, apropriabilidade, cumulatividade do conhecimento tecnológico e das características da base do conhecimento.

As oportunidades tecnológicas são definidas por estes autores como as possibilidades de inovação dado um montante de recursos investidos em pesquisa e desenvolvimento, refletindo assim a facilidade com que se obtém uma inovação. Malerba & Orsenigo (1997) destacam que as oportunidades tecnológicas devem ser analisadas em termos de seu grau, abrangência, variedade e fontes. Desta forma os autores afirmam que quanto maior for o grau da oportunidade tecnológica maior será o incentivo a se inovar, uma vez que maior será a probabilidade de se obter a inovação.

Com relação a variabilidade e a abrangência do conhecimento tecnológico, estes autores afirmam que quanto mais fortes estas características, maiores serão as oportunidades tecnológicas, visto que em um numero maior de campos esta inovação poder ser aplicada, o

que implicará em um maior probabilidade de se obter a inovação e conseqüentemente em um maior incentivo a se buscar esta inovação. Por fim com relação as fontes de inovação, os autores ressaltam que estas variam entre tecnologias e setores diferentes, logo é possível ter setores em que as oportunidades tecnológica tenham como origem o conhecimento gerado em universidades, enquanto em outros estas oportunidades são geradas a partir dos avanços decorrentes dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento ou até mesmo de fontes externas.

As condições de apropriabilidade são definidas por Malerba & Orsenigo (195; 1997) como a capacidade que determinado setor tem de proteger suas inovações da imitação garantindo assim ao inovador a apropriação dos retornos de sua inovação. Esta condição apresenta duas dimensões básicas: a primeira é o grau de apropriabilidade, onde quanto mais forte esta dimensão for, maior será a proteção fornecida aos inovadores e conseqüentemente maior será o incentivo a inovar; e a segunda diz respeito aos mecanismos de apropriabilidade, que são a forma pela qual os inovadores têm de proteger suas inovação

As condições de cumulatividade relacionam-se com a ideia de que a atividade inovativa é construída ao longo de uma trajetória, onde a inovação e o conhecimento tecnológico de hoje contribuem para formar a base de conhecimento e inovar amanhã. Desta condição, Malerba & Orsenigo (1997, p.95-96) destacam que devemos observar duas dimensões básicas: a primeira diz respeito a natureza do processo de aprendizagem, o qual tem como consequência imprimir retornos crescentes na atividade tecnológica. Vale observa que mesmo o conhecimento passado sendo uma restrição a pesquisa corrente, é ele que fornece os insumos necessários para se identificar novos problemas a serem resolvidos ampliando assim a fronteira de conhecimento.

A segunda dimensão diz respeito a como se organizam as fontes de inovação. Estas podem ser em nível individual/tecnológico, organizacional, da firma, local ou setorial. A cumulatividade a nível individual/tecnológico esta ligada as especificidades técnicas e a própria natureza do aprendizado. Já a cumulatividade em nível organizacional diz respeito a correta adequação da estrutura necessária para a obtenção do conhecimento tecnológico, tal como, por exemplo o estabelecimento de departamentos de pesquisa e desenvolvimento. Quando a cumulatividade encontra-se em nível da firma há uma elevada apropriabilidade, visto que o conhecimento que esta firma detiver não estará acessível para as demais empresas do setor. Analogamente temos que quando a cumulatividade se dá em nível setorial, o conhecimento difunde-se ao longo das firmas do setor e por fim quando esta cumulatividade se dá em nível local, o conhecimento é difundido por toda a região geográfica.

As características da base do conhecimento referem-se às propriedades do conhecimento científico / tecnológico que servem de base para o desenvolvimento das inovações. Malerba & Orsenigo (1997, p.96-97) identificam dois fatores fundamentais que definem esta base do conhecimento. O primeiro fator é a própria natureza do conhecimento, que apresenta diferentes graus de especificidade, “tacitividade”, complexidade e independência. Assim a natureza do conhecimento pode dividir-se em genérica ou aplicada, tácita ou codificada, complexa ou simples, independente ou sistêmica. Destas divisões temos que quando o conhecimento tem origem genérica, já tendo sido plenamente codificado, ou quando tem uma natureza simples e independente, mais fácil é utiliza-lo para alcançar a inovação.

O segundo fator diz respeito a forma como o conhecimento é transmitido é diretamente influenciado por estas quatro características da base do conhecimento. Quando a base do conhecimento é padronizada, simples, plenamente codificada e independente, o

conhecimento pode ser facilmente transmitido via mecanismos formais como, por exemplo, artigos em periódicos, patentes, entre outros, o que incentiva a geração de importações.

A caracterização dos regimes SM-I e SM-II de acordo com estas características do conhecimento tecnológico permitem avançar no entendimento do motivo pelo qual existem diferenças nos padrões de inovação setoriais. Neste contexto Malerba & Orsenigo (1997, p. 98-99) apresentam a relação entre estas características e os padrões de inovação. Desta forma temos que quando há uma alta oportunidade tecnológica os padrões de inovação apresentam um caráter mais dinâmico, devido a entrada constante de novas empresas o que gera uma instabilidade entre inovadores líderes.

As condições de apropriabilidade, quando fortes, fazem com que os padrões de inovação permitam aos inovadores a manutenção das vantagens inovativas (tecnológicas) obtidas em função de terem gerado uma inovação primeiro o que gera uma elevada concentração de inovadores. Já as condições de cumulatividade ao se relacionarem com a persistência de uma atividade inovativa reduzem a taxa de entrada de novos inovadores o que gera uma elevada estabilidade na hierarquia dos inovadores líderes.

A partir destes indicadores, Breschi et al. (2000, p.395) apresentam uma nova definição para os padrões SM-I e SM-II, na qual tentam tornar mais fortes as relações entre estes padrões e os regimes tecnológicos a eles associados. Por esta definição os padrões SM-I seriam caracterizados pela presença de uma elevada oportunidade tecnológica associada a reduzidas condições de cumulatividade e apropriabilidade e a uma base de conhecimento na qual o predomina conhecimento aplicado. A combinação destas condições se refletiria, estruturalmente, em setores com elevadas taxas de entradas de novos inovadores, reduzida concentração de inovadores e com uma forte instabilidade hierárquica entre inovadores.

Analogamente os setores SM-II seriam caracterizados pela existência de uma reduzida oportunidade tecnológica associada a elevadas condições de apropriabilidade e cumulatividade e a uma base de conhecimento genérica. Estas condições combinadas levariam, segundo os autores, a estruturas setoriais com reduzidas taxas de entrada de novos inovadores, elevada concentração e estabilidade entre os inovadores líderes.

A definição dos padrões de inovação a partir de características dos regimes tecnológicos permite a Breschi et al. (2000) associar, empiricamente, o comportamento dos setores industriais a um destes padrões de inovação. Para tal estes autores buscam captar as condições de oportunidade, cumulatividade e apropriabilidade tecnológica e as características da base do conhecimento através da construção de indicadores de concentração da atividade inovativa; estabilidade na hierarquia das firmas inovadoras e entrada de novos inovadores³.

O indicador de entrada e saída de inovadores é construído por Breschi et al. (2000) como sendo a porcentagem, em relação ao total de patentes de uma determinada classe tecnológica, de solicitações de patentes efetuadas por firmas que jamais inovaram. Este indicador é afetado diretamente pelas condições associadas aos regimes tecnológicos, uma vez que, elevadas oportunidades tecnológicas favorecerão a entrada de inovadores atraídos pela elevada “facilidade” com que a inovação pode ser obtida. Da mesma forma reduzidas condições de cumulatividade e apropriabilidade afetarão positivamente este indicador, visto que nestes casos os novos inovadores, ao entrarem no mercado, não estarão em desvantagem na competição com os inovadores já instalados.

Para mensurar a concentração na atividade inovativa, estes autores utilizam os índices de Hirschman-Herfindahl e razão de concentração entre as quatro maiores firmas, os quais são

³ Na definição de seu modelo empírico de classificação, Breschi et al. (2000) não constroem indicadores relativos às características da base do conhecimento visto esta propriedade já ser captada pelos demais indicadores, como, por exemplo, em situações nas quais o conhecimento genérico e altamente codificado, o que se reflete oportunidades tecnológicas.

calculados a partir da participação das patentes de cada inovador no total de patentes de sua respectiva classe tecnológica. A associação entre este indicador e as características dos regimes tecnológicos depende da forma como as condições de apropriabilidade, cumulatividade e oportunidade se associam. Desta forma temos que em situações nas quais se tem uma elevada oportunidade tecnológica associada a elevadas condições de apropriabilidade e cumulatividade, *ceteris paribus*, haverá uma elevada concentração na atividade inovativa. Já em situações nas quais a elevada oportunidade é acompanhada de reduzida cumulatividade e apropriabilidade, os níveis de concentração na atividade inovativa serão, *ceteris paribus*, baixos.

Se analisássemos isoladamente a relação entre as condições de oportunidade e apropriabilidade tecnológica e a concentração na atividade inovativa perceberíamos que quanto mais elevadas estas condições maior deverá ser a concentração, visto que tais condições fornecem vantagens competitivas aos inovadores já estabelecidos. Quando analisamos a relação entre a concentração e a base do conhecimento percebemos que quanto mais genérico for este conhecimento, mais concentrada será a atividade inovativa. Isso porque, embora a ciência básica possibilite uma maior diversidade de conhecimentos e possibilidades para inovação, esta necessita de grandes escalas para ser conduzida (elevados esforços em pesquisa e desenvolvimento) que somente estarão acessíveis as firmas já estabelecidas.

O indicador de estabilidade por sua vez é construído por Breschi et al. (2000), Malerba & Orsenigo (2000) através do cálculo de correlações de Spearman entre as firmas inovadoras para diferentes anos após serem ordenadas hierarquicamente. Devemos ressaltar sobre o coeficiente de correlação de Spearman que este segue o mesmo princípio do coeficiente usual de Pearson, porém é calculado sobre ordenadas (da maior participação para a menor). Desta

forma um coeficiente elevado de Pearson reflete uma elevada estabilidade na hierarquia dos inovadores.

A relação deste indicador com as condições de apropriabilidade e cumulatividade é positiva, de forma que quanto maiores forem estas condições, maior será a estabilidade dos inovadores. Tal relação se deve, em grande medida, ao fato de que esta configuração garante aos inovadores já estabelecidos a capacidade de inovar continuamente devido a já terem inovado no passado e por conseguirem proteger estas inovações de imitações (Breschi et al. , 2000, p. 394). As condições de oportunidade tecnológica, por sua vez, tem um resultado ambíguo sobre esta variável por depender da força das condições de cumulatividade e apropriabilidade.

A tabela abaixo sintetiza estas relações entre características dos regimes tecnológicos e características estruturais das classes tecnológicas.

Tabela 1: Relações Esperadas entre Padrões de Inovação e Regimes Tecnológicos

Regimes Tecnológicos	Padrões de Inovação		
	Concentração	Estabilidade	Entrada de inovadores
Oportunidade Tecnológica	+ / -	+ / -	+
Apropriabilidade	+	+	-
Cumulatividade	+	+	-
Conhecimento Específico	+		-
Conhecimento Genérico	-		+

Fonte: Breschi, Malerba e Orsenigo (2000, p. 395)

A partir da construção destes indicadores Breschi et al. (2000) associaram as classes tecnológicas de Alemanha, Itália e Reino Unido aos padrões SM-I e SM-II. Os resultados encontrados por estes autores mostram existir uma grande similaridade entre os padrões de inovação de países diferentes. Contudo, embora exista esta regularidade, os próprios autores destacam que, países diferentes podem possuir características próprias associadas a sua atividade inovativa que levem uma determinada classes tecnológica a seguir padrões de inovação diferentes

A aplicação destes indicadores para estudar e classificar os padrões de inovação foi utilizada por diversos autores como, por exemplo, Mesa & Gayo (1999) que partindo de uma base de dados de patentes buscaram classificar em padrões SM-I e SM-II as classes tecnológicas de França, Espanha, Itália e Reino Unido. Os resultados obtidos por estes autores confirma que embora existam similaridades de padrões de inovação entre classes tecnológicas de países diferentes, não se pode excluir a hipótese de que existem particularidades próprias de cada país que podem afetar e conseqüentemente alterar o comportamento destas classes tecnológicas.

Como exemplo destas particularidades Mesa & Gayo (1999, p. 39) destacam que ao analisar o comportamento das classes tecnológicas classificadas como SM-I percebe-se que a turbulência na hierarquia dos inovadores é menor no Reino Unido que nos outros países; da mesma forma que França e Reino Unido apresentam taxas de entrada de novos inovadores superiores as de Espanha e Itália. Para o caso específico da Espanha estas diferenças, segundo os próprios autores, são fruto da indústria espanhola ser menos madura e apresentar uma menor tradição inovadora que as indústrias dos Itália, França e Reino Unido.

Este trabalho buscará seguir esta linha de análise, tentando classificar os setores brasileiros em padrões SM-I e SM-II através da utilização de indicadores de concentração na

atividade inovativa, estabilidade na hierarquia dos inovadores e entrada de novos inovadora e verificar se o comportamento dos setores industriais brasileiros classificados de acordo com seu padrão de inovação segue o proposto pela teoria.. Visando estes objetivo este capítulo apresentou, partindo da noção de Dosi (1982) de paradigmas e trajetórias tecnológicas, o conceito dos regimes tecnológicos tal como proposto por Nelson & Winter (1982) e aprimorado por Winter (1984).

A partir destes conceitos foi apresentada a teoria dos padrões de inovação, que baseada nas obras de Schumpeter, permite identificar o ambiente inovativo no qual a firma se insere possibilitando assim classifica-la de acordo com os padrões SM-I e SM-II, tal como apresentados por Malerba & Orsenigo (1995; 1997). Por fim apresentamos os indicadores estruturais utilizados por Breschi et al. (2000) que buscam associar estes padrões de inovação as características dos regimes tecnológicos.

Capítulo 2: Análise Estatística Multivariada e os Padrões de Inovação na Indústria Brasileira.

No primeiro capítulo definimos os regimes tecnológicos e os padrões de inovação SM-I e SM-II e apresentamos os indicadores de concentração na atividade inovativa, estabilidade na hierarquia dos inovadores e entrada de novos inovadores que permitem a classificação das classes tecnológicas nestes padrões de inovação. Contudo, neste primeiro capítulo não abordamos a forma como, empiricamente, Breschi et al. (2000) realizam esta classificação.

Neste sentido, o presente capítulo tem dois objetivos principais. O primeiro é apresentar a metodologia utilizada por Breschi et al. (2000), Malerba & Orsenigo (2000) para classificar as classes tecnológicas de Itália, Alemanha e Reino Unido de acordo com SM-I e SM-II. E o segundo é classificar os setores industriais brasileiros de acordo com estes padrões de inovação.

Assim o presente capítulo se dividirá em três seções. Na primeira apresentaremos a teoria dos componentes principais, técnica de análise multivariada que é utilizada por Breschi et al. (2000) para efetuar a classificação das classes tecnológicas de acordo com os padrões SM-I e SM-II e os resultados encontrados por estes autores ao estudarem o comportamento das classes tecnológicas de Itália, Alemanha e Reino Unido. Na segunda seção, apresentaremos a teoria das funções discriminantes, a qual será utilizada neste trabalho como instrumental auxiliar para a classificação dos setores industriais brasileiros. Por fim na terceira seção apresentaremos os resultados encontrados para a classificação dos setores industriais brasileiros.

2.1 – Regimes Tecnológicos e Padrões de Inovação: uma visão empírica.

Da teoria dos regimes tecnológicos vem a intuição de que os padrões de inovação são determinados basicamente a partir de uma combinação específica das condições de oportunidade, cumulatividade e apropriabilidade e as características da base do conhecimento. Malerba & Orsenigo (1995; 1997); Mesa & Gayo (1999) e Breschi et al. (2000) utilizam-se, para a classificação dos setores, de indicadores de entrada de inovadores, estabilidade na hierarquia de inovadores e concentração na atividade inovativa, os quais caracterizam o ambiente inovativo no qual a firma encontra-se inserida.

A metodologia estatística utilizada por estes autores para classificar estes padrões de inovação é a aplicação do modelo de componentes principais cuja vantagem é permitir a criação de uma variável indicativa do padrão de inovação seguido pelo setor. Assim apresentaremos na primeira parte desta seção um breve resumo da teoria das componentes principais, baseado nas obras de Jolliffe (2002) e Johnson & Wichern (2002) para depois apresentarmos os resultados encontrados em estudos anteriores e a forma como partindo da análise das componentes principais e dos indicadores de concentração, estabilidade e entrada de inovadores, classificam as classes tecnológicas de Itália, Alemanha e Reino Unido de acordo com seus padrões de inovação.

2.1.1 – O Método das Componentes Principais

A análise dos componentes principais é uma das mais importantes técnicas estatísticas utilizada para se resolver problemas de modelos multivariados, tendo sido originalmente desenvolvida por Pearson (1901) e Hotteling (1933). A ideia básica por trás deste método é tentar descrever a variação de um conjunto de dados multivariados da maneira mais

parcimoniosa possível através de um conjunto menor variáveis não correlacionadas e derivadas do conjunto de dados original.

A utilização dos componentes principais tem por objetivo reduzir a dimensionalidade de um problema de análise multivariado através da obtenção de um subconjunto, gerado a partir de combinações lineares das variáveis originais, não correlacionadas e que retenham o máximo de informações possíveis sobre as variáveis originais. As componentes principais são assim este conjunto de variáveis geradas por combinações lineares.

Para entendermos a como se dá esta redução de dimensionalidade através da análise de componentes principais suponha como apresentado por Joliffe (2002) que estejamos interessados em analisar a estrutura das variâncias e covariâncias de um vetor qualquer x , composto por p variáveis aleatórias. Com esse objetivo, duas ações seriam possíveis: a primeira seria analisar individualmente as p variâncias e as $\frac{1}{2}p(p-1)$ correlações ou covariâncias; a segunda seria analisar um conjunto menor ($\ll p$) de componentes principais, as quais preservam a informação e a variabilidade fornecida pelas variâncias e correlações das variáveis originais.

Nesse exemplo hipotético para encontrarmos as componentes principais devemos buscar uma função (combinação) linear $\alpha_1^T x$ de elementos do vetor x , que possua variância máxima, sendo α_1 um vetor de p constantes $\alpha_{11}, \alpha_{12}, \dots, \alpha_{1p}$. Após encontrar esta função buscar-se-ia a função linear $\alpha_2^T x$, que maximize a variância deste conjunto sujeito a restrição de ser não correlacionada com $\alpha_1^T x$, tal procedimento é repetido até que se encontre a função $\alpha_k^T x$ que possua a máxima variância e atenda a restrição de ser não correlacionada com $\alpha_1^T x, \alpha_2^T x, \dots, \alpha_{k-1}^T x$. Assim partindo de Joliffe (2002, pp.1-6) teríamos o seguinte sistema de equações:

$$\alpha_1^T x = \alpha_{11}x_1 + \alpha_{12}x_2 + \cdots + \alpha_{1p}x_p = \sum_{j=1}^p \alpha_{1j}x_j$$

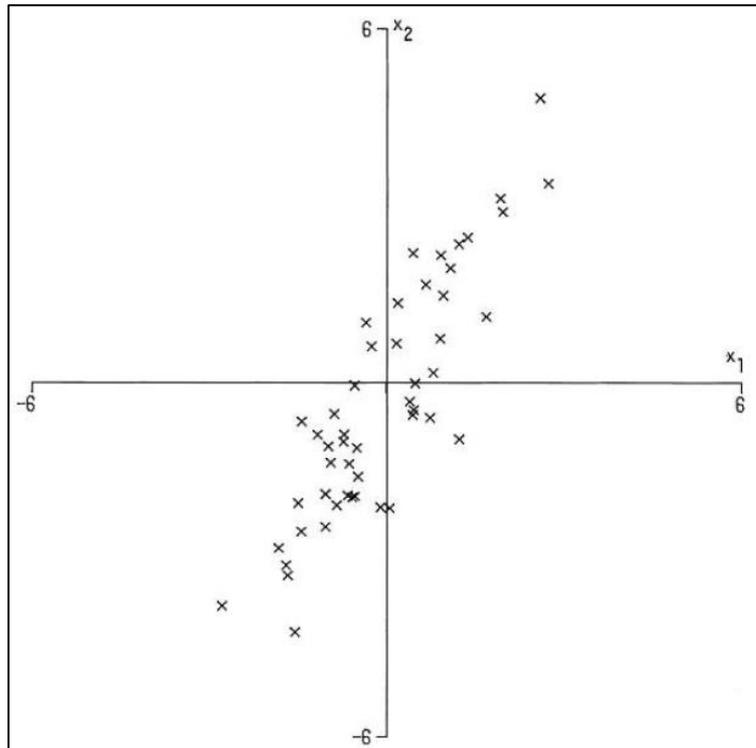
$$\alpha_2^T x = \alpha_{21}x_1 + \alpha_{22}x_2 + \cdots + \alpha_{2p}x_p = \sum_{j=1}^p \alpha_{2j}x_j$$

...

$$\alpha_k^T x = \alpha_{k1}x_1 + \alpha_{k2}x_2 + \cdots + \alpha_{kp}x_p = \sum_{j=1}^p \alpha_{kj}x_j$$

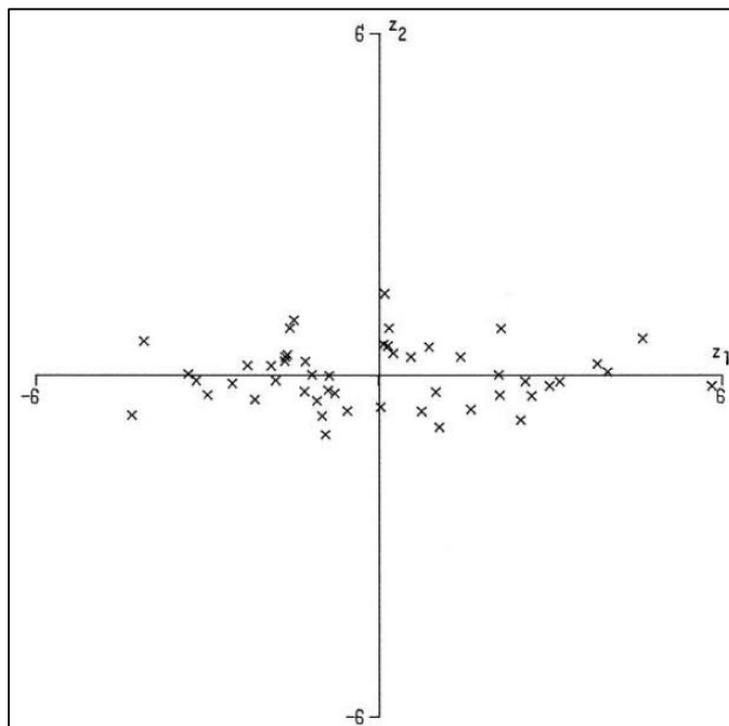
Nesse sistema a k-ésima variável derivada $\alpha_k^T x$ é a k-ésima componente principal. Logo como temos p variáveis poderíamos, em teoria, encontrar p componentes principais, contudo é de se esperar que grande parte da variação x esteja concentrada nas m primeiras componentes, onde $m \ll p$, o que nos permitiria analisar um grupo muito menor de variáveis sem que exista uma perda significativa de informação.

As componentes principais também possuem uma interpretação geométrica que as associa a seleção de um novo sistema de coordenadas obtidas através da realização de uma rotação do sistema original em torno do eixo das coordenadas. Um exemplo ilustrativo desta interpretação geométrica que nos permite visualizar a dinâmica desta redução de complexidade fruto da adoção do método das componentes principais foi proposto por Jolliffe (2002), que considerando um conjunto de 50 observações com duas variáveis ($p = 2$), plotou os seguintes gráficos:



Fonte: Jolliffe, 2002, p.2

Figura 1: 50 Observações Aleatórias de duas Variáveis hipotéticas x_1 e x_2



Fonte: Jolliffe, 2002, p.3

Figura 2: Componentes Principais z_1 e z_2 de x_1 e x_2

Partindo da análise da figura 2.1 percebemos que existe uma forte correlação entre x_1 e x_2 e que há uma grande variação nas duas variáveis, principalmente na direção de x_2 . Assim com o objetivo de gerar um conjunto de dados não correlacionados e que preservem o máximo de informações possível, faz-se uma transformação linear destas variáveis, girando-as em torno do seu eixo de coordenadas, gerando um novo conjunto de variáveis z_1 e z_2 , as chamadas componentes principais. Tal movimento é retratado na figura 2.2, a qual mostra que a partir desta rotação, a variação dos dados passa a se concentrar quase exclusivamente em torno de z_1 , a primeira componente principal, o que permite analisarmos somente esta variável sem que se tenha uma perda significativa na qualidade do estudo.

Devemos ressaltar que embora o exemplo apresentado por Jolliffe (2002) seja extremamente simples, ele nos permite intuir que para casos onde $p > 2$, as primeiras z_i componentes principais irão concentrar grande parte da variabilidade enquanto as últimas irão identificar relações lineares quase constantes. Desta construção percebemos também que as componentes principais ordenam-se de maneira decrescente no “grau de informação” sobre a variância.

Agora que definimos o que é uma componente principal falta analisarmos como as encontrar quando nos deparamos com um conjunto de dados. Para tal, partindo de de Jolliffe (2002) e Johnson & Wichern (2002), considere o vetor aleatório $X^T = [X_1, X_2, \dots, X_p]$, cuja matriz de covariância⁴ (Σ) é conhecida, e o vetor $Z^T = [Z_1, Z_2, \dots, Z_k]$, de combinações lineares possíveis. Cada elemento z_k pode ser escrito da seguinte maneira: $z_k = \alpha_k^T x$, $\forall k = 1, 2, \dots, p$ onde α_k é o autovetor de Σ associado a λ_k o k –ésimo maior autovalor e z_k é o

⁴ A matriz de covariâncias é a matriz que na sua diagonal principal apresenta a variância das variáveis e em suas diagonais secundárias as covariâncias. Mais especificamente considere a matriz de covariâncias (Σ) do vetor de variáveis aleatórias x , tome o elemento (i, j) desta matriz, se $i \neq j$ então teremos a covariância entre o i –ésimo e j –ésimo elementos de x . Já se $i = j$ temos a variância do j –ésimo elemento de x .

chamado *score* da componente principal. Assim desenvolvendo algebricamente este vetor Z^T obteríamos o seguinte sistema de equações;

$$Z_1 = \alpha_1^T X = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1p}X_p$$

$$Z_2 = \alpha_2^T X = a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2p}X_p$$

....

$$Z_k = \alpha_k^T X = a_{k1}X_1 + a_{k2}X_2 + \dots + a_{kp}X_p$$

Com:

$$\text{Var}(Z_i) = \alpha_i^T \Sigma \alpha_i, \quad \text{com } i = 1, 2, \dots, p$$

$$\text{COV}(Z_i, Z_j) = \alpha_i^T \Sigma \alpha_j, \quad \text{com } i, j = 1, 2, \dots, p$$

Neste contexto para obtermos as componentes principais deveríamos buscar aquelas variáveis que maximizem a variância.. Com o intuito de evitarmos que as componentes principais assumam valores arbitrariamente grandes e de garantir um resultado finito para este problema de maximização, devemos impor uma restrição de normalização de forma que $\alpha_i^T \alpha_i = 1, \forall i = 1, 2, \dots, p$. Assim tomando o vetor $Z_1 = \alpha_1^T X$, no qual α_1 maximiza a $\text{var}(\alpha_1^T X) = \alpha_1^T \Sigma \alpha_1$, nosso problema passa a ser $\text{máx}\{\alpha_1^T \Sigma \alpha_1\}_{s.a \alpha_1^T \alpha_1 = 1}$, que é resolvido através aplicando-se multiplicadores de Lagrange de forma que:

$$\alpha_1^T \Sigma \alpha_1 - \lambda(\alpha_1^T \alpha_1 - 1)$$

Diferenciando com relação a α_1 temos que:

$$\Sigma \alpha_1 - \lambda \alpha_1 = 0 \implies (\Sigma - \lambda I_p) \alpha_1 = 0, \text{ com } I_{(p \times p)} \text{ a matriz identidade}$$

Desta equação temos que λ é autovalor e α_1 autovetor de Σ , restando-nos agora identificar qual dos p autovetores de $\alpha_1^T x$ é aquele que fornece a variância máxima. Dado este

objetivo note que queremos maximizar $var(\alpha_1^T X) = \alpha_1^T \Sigma \alpha_1 = \alpha_1^T \lambda \alpha_1 = \lambda \alpha_1^T \alpha_1 = \lambda$, o que implica em encontrar o maior valor possível para λ . Consequentemente como α_1 é o autovetor associado ao maior autovalor de Σ e $var(\alpha_1^T x) = \alpha_1^T \Sigma \alpha_1 = \lambda_1$, temos que este é o maior autovalor do sistema, o qual nos proporcionará a maior variância possível, caracterizando-se assim como a primeira componente principal.

As componentes principais subsequentes serão encontradas maximizando os vetores Z_2, Z_3, \dots, Z_k de forma a encontrar os autovalores e autovetores que permitam a maximização da variância condicionados a serem não correlacionados com as componentes anteriores. Assim na geração das componentes principais devemos impor restrições que garantam a ortogonalidade de cada componente em relação às componentes anteriores, de forma a que a cada nova componente principal encontrada o valor maximizado da variância seja menor.

Johnson & Wichern (2002) apresentam o seguinte exemplo ilustrativo: suponha caso em que $k = 2$, a primeira componente principal $Z_1 = \alpha_1^T X$, seria encontrada $\max\{\alpha_1^T \Sigma \alpha_1\}_{s.a. \alpha_1^T \alpha_1 = 1}$. Já segunda componente principal $Z_2 = \alpha_2^T X$, seria encontrada maximizando $\alpha_2^T \Sigma \alpha_2$ sujeito tanto a restrição de normalização como a ser não correlacionado com $\alpha_1^T x$. Ou seja, o problema seria $\max\{\alpha_2^T \Sigma \alpha_2\}_{s.a. cov[\alpha_1^T x, \alpha_2^T x] = 0, \alpha_2^T \alpha_2 = 1}$. Como por definição

$cov[\alpha_1^T x, \alpha_2^T x] = 0$, podemos perceber que esta pode ser reescrita como :

$$cov[\alpha_1^T x, \alpha_2^T x] = \alpha_1^T \Sigma \alpha_2 = \alpha_2^T \Sigma \alpha_1 = \alpha_2^T \lambda_1 \alpha_1 = \lambda_1 \alpha_2^T \alpha_1 = \lambda_1 \alpha_1^T \alpha_2$$

Tal sistema apresenta quatro soluções possíveis e que garantam que a correlação entre $\alpha_1^T x$ e $\alpha_2^T x$ seja igual a zero. Tais soluções são: $\alpha_1^T \Sigma \alpha_2 = 0$, $\alpha_2^T \Sigma \alpha_1 = 0$, $\alpha_1^T \alpha_2 = 0$ ou

$\alpha_2^T \alpha_1 = 0$. Escolhendo arbitrariamente uma destas soluções e impondo a restrição de normalização, o problema de maximização é dado por:

$$\alpha_2^T \Sigma \alpha_2 - \lambda (\alpha_1^T \alpha_2 - 1) - \phi \alpha_1^T \alpha_1, \text{ onde } \lambda \text{ e } \phi \text{ são multiplicadores de Lagrange.}$$

Diferenciando com respeito a α_2 e pré-multiplicando por α_1^T termos:

$$\alpha_1^T \Sigma \alpha_2 - \lambda_1 \alpha_1^T \alpha_2 - \phi_1 \alpha_1^T \alpha_1 = 0$$

Ora como $\alpha_1^T \Sigma \alpha_2$ e $\lambda_1 \alpha_1^T \alpha_2$ são iguais a zero devido a própria restrição do problema de maximização e como foi imposta a restrição de normalização que garante $\alpha_1^T \alpha_1 = 1$, reduzimos o termo ϕ a zero ($\phi = 0$). Consequentemente:

$$\Sigma \alpha_2 - \lambda \alpha_2 = 0 \Rightarrow (\Sigma - \lambda I_p) \alpha_2 = 0$$

O que faz com que λ seja novamente um autovalor de Σ e α_2 seu correspondente autovetor e como $\lambda = \alpha_2^T \Sigma \alpha_2$, λ possui o maior valor possível. Por conseguinte assumindo que não existam autovalores repetidos em Σ temos que λ não pode ser igual⁵ a λ_1 . Logo λ é o segundo maior autovalor de Σ , isto é, sua segunda maior componente principal. O mesmo processo se repetiria para as demais componentes principais, de forma que cada λ_k , autovalor de Σ , seja uma componente principal e ordenado de maneira decrescente.

Com base nesta demonstração temos para Σ , matriz de variância e covariâncias associada ao vetor aleatório $X^T = [X_1, X_2, \dots, X_p]$, pares de autovalores e autovetores (λ_1, α_1) , (λ_2, α_2) , ..., (λ_k, α_k) , com $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_k \geq 0$, o que nos leva ao concluir que a i -ésima componente principal será dada por $Z_i = \alpha_i^T X = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ik}X_k$, $\forall i = 1, 2, \dots, k$. Dessa forma temos que a $var(Z_i) = \alpha_i^T \Sigma \alpha_i$ e $cov(Z_i, Z_k) = \alpha_i^T \Sigma \alpha_k$

⁵ Se $\lambda = \lambda_1$ então teríamos que $\alpha_1 = \alpha_2$, o que violaria a restrição que nos dita que $\alpha_1^T \alpha_2 = 0$

Destas demonstrações percebemos que a Análise dos Componentes Principais pode ser retratada como um conjunto de transformações ortogonais que buscam converter um conjunto de possíveis variáveis correlacionadas em um grupo menor de variáveis não correlacionadas chamadas de componentes principais. Esta transformação se dá de maneira ordenada, de forma que a primeira componente reúna a maior parte da variabilidade e assim por diante. Esta metodologia foi aplicada por Malerba & Orsenigo (1996; 2000) para classificar as classes tecnológicas de Itália, Alemanha, França e Reino Unido em estruturas SM-I e SM-II.

2.1.2 – A Classificação dos Padrões de Inovação

No capítulo 1 definimos os chamados padrões de inovação SM-I e SM-II, os quais estariam relacionados, respectivamente, as teorias da destruição e acumulação criadora propostas Schumpeter. A classificação de determinado setor em um destes padrões é, segundo Breschi et al. (2000), função da combinação dos efeitos de indicadores de concentração, entrada e saída e estabilidade de inovadores.

Nesse contexto, setores que apresentam reduzida concentração de inovadores associado, a uma elevada taxa de entrada de novos inovadores e a uma baixa estabilidade na hierarquia dos inovadores são caracterizados como SM-I. Tal classificação é fruto desta configuração setorial, a qual representa um processo de destruição criadora, onde os novos inovadores deslocam os antigos, ou seja, é um movimento contínuo do novo destruindo o velho.

Analogamente para os casos onde há uma elevada concentração de inovadores associado a uma reduzida taxa de entrada de novos inovadores e a uma alta estabilidade de inovadores líderes temos uma estrutura SM-II. Estas estruturas aproximam-se do conceito de acumulação criadora de Schumpeter, no qual as grandes empresas (líderes) são as responsáveis por introduzir o progresso tecnológico e ao fazerem isso criam barreiras

tecnológicas que impedem a entrada de novos inovadores.

Para captar as inúmeras relações entre estes indicadores e de forma a permitir a classificação dos setores industriais em estruturas SM-I e SM-II, Breschi *et al.* (2000) aplicam o modelo de componentes principais sobre os indicadores: concentração na atividade inovativa; entrada de novos inovadores e estabilidade de hierárquica de inovadores. A partir da aplicação das componentes principais, gera-se uma quarta variável que capta grande parte da variabilidade existente e permite assim a identificação do padrão a ser seguido pela classe tecnológica.

Com relação a base de dados utilizada por estes autores na construção destes indicadores, foram utilizadas estatísticas sobre o número de patentes solicitadas, no período de 1978-1991, ao Escritório de Patentes Europeu por firmas e instituições da Itália, Alemanha e Reino Unido. Com relação a estes indicadores construídos por Breschi *et al.* (2000) devemos ressaltar que estes foram construídos por classe tecnológica, que foram construídas por estes autores agregando-se as patentes solicitadas por subgrupo da classificação internacional de patentes onde se encontram classificadas⁶.

A variável indicativa do padrão de inovação seguido pelo setor industrial, a qual chamaremos de SCHUMP, tem como objetivo encontrar um fator dominante que capture grande parte da variação destes três indicadores. Desta forma para cada classe tecnológica foram calculados os *scores* das componentes principais permitindo assim com base em seu sinal e sua magnitude identificar se determinado setor se enquadra em um padrão SM-I ou SM-II. Desta forma os autores convencionaram que para valores grandes e positivos, esta variável indicaria que o ambiente inovativo, e conseqüentemente o padrão de inovação se

⁶ De forma resumida a Classificação Internacional de Patentes, separa as patentes em classes que se subdividem em subclasses, que por sua vez se subdividem em grupos os quais subdividem-se em subgrupos. Para maiores detalhes sobre a classificação internacional de patentes, consultar: “World Intellectual Property Organization (1994). International Patent Classification(6th Edition), Geneve “

aproximaria de uma estrutura SM-II; analogamente para valores pequenos e negativos desta variável teríamos que o ambiente inovativo e o padrão de inovação se aproximariam de uma estrutura SM-II.

Esta classificação dos setores com base no sinal e na magnitude da variável SCHUMP se justifica devido a Breschi et al. (2000) terem obtidos como resultado da análise de componentes principais, as chamadas cargas fatoriais (*factor loadings*), a análise centra-se na inspeção dos sinais dos coeficientes. Coeficientes positivos para as variáveis concentração e estabilidade e negativo para a variável entrada de inovadores estariam associados a um padrão SM-II⁷. Assim nos casos onde a entrada de novos inovadores possui magnitude proporcionalmente maior do que a concentração e a estabilidade, a variável SCHUMP será negativa. Assim o valor negativo desta variável implica em um ambiente caracterizado pela forte entrada de novos inovadores, que proporciona menores níveis de concentração na atividade inovativa e estabilidade hierárquica entre inovadores. Analogamente, para o caso onde a variável de entrada é proporcionalmente menor do que as variáveis concentração e estabilidade, temos uma variável SCHUMP positiva, o que reflete um quadro no qual a entrada de novos inovadores é reduzida e conseqüentemente há altos índices de concentração e estabilidade..

Uma crítica dever ser feita a este critério de classificação utilizado por Breschi et al. (2000), uma vez que ao definirem as regras para se classificar as classes tecnológicas em padrões SM-I ou SM-II, o fazem de maneira arbitrária e não definem o patamar ao qual podemos caracterizar a variável SCHUMP como grande ou pequena. Nesse sentido na próxima seção apresentaremos método das análises discriminante, que será utilizado na

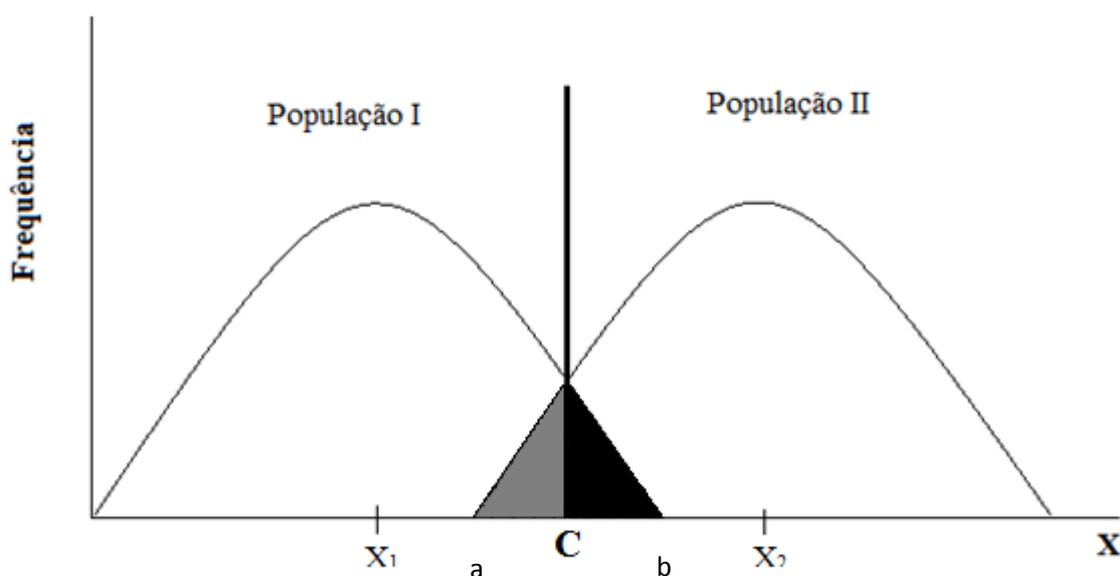
⁷ Mais especificamente Breschi et al. (2000) encontraram, respectivamente, os seguintes coeficientes: para as variáveis STAB, CONC e ENTRY - Alemanha: 0,88; 0,71 e -0,95; Reino Unido: 0,92; 0,85 e -0,94 e Italia: 0,91; 0,76 e - 0,81.

identificação dos padrões de inovação dos setores industriais brasileiros como uma forma de confirmar ou invalidar o critério de classificação utilizado, haja vista a subjetividade em considerarmos classificar a variável SCHUMP como grande ou pequena.

2.2 – O Método de Análise Discriminante.

A análise discriminante é uma técnica estatística utilizada em problemas multivariados e que tem por objetivo classificar objetos em uma de duas (ou mais) populações (ou grupos) definidos a priori. No contexto dos padrões de inovação, dado a classificação dos setores tecnológicos em padrões *Mark I* ou *Mark II*, a análise discriminante atuará identificando aqueles setores cuja classificação, realizada a partir das componentes principais, esta em desacordo com as características dos setores.

Como forma de tentarmos entender como a análise discriminante trata este problema de classificação, suponha, conforme apresentam Afif, Clark & May (2004), que tenhamos um indivíduo i que pode pertencer a duas populações distintas e que nosso objetivo seja classifica-lo em uma destas populações com base em uma característica X qualquer. Se dispusermos de uma amostra representativa que possibilite estimarmos a distribuição de X e sua média, podemos calcular \bar{X}_1 e \bar{X}_2 , as médias destas populações e assim com base em X_i , valor da característica X para o indivíduo i , poderíamos observando a média destas duas populações, criar uma regra de classificação para este indivíduo, tal como apresentado pela figura abaixo retrata este regra de decisão.



Fonte: Elaboração Própria, com base em Afifi & Clark, 1999, p. 247

Figura 3: Distribuição de Frequência Hipotética de X_1 e X_2

Da figura acima percebemos intuitivamente a seguinte regra de classificação: se $X_i < C$, então classifica-se X_i como sendo da população 1; conseqüentemente se $X_i \geq C$, será classificado como sendo da população 2. A adoção de uma regra de classificação não impede que haja erros de classificações; na figura acima tais erros são representados pela área **aC**, na qual embora X_i seja da população 2, é classificado como pertencente a população 1 e pela área **Cb**, na qual embora X_i seja da população 1, é classificado como pertencente a população 2.

Nesse sentido percebemos que uma boa regra de classificação é aquela que minimiza a probabilidade de que sejam cometidos erros de classificação. Em nossa situação hipotética, se considerássemos as populações 1 e 2 como sendo de mesma variância, poderíamos definir $C = \frac{\overline{X_1} + \overline{X_2}}{2}$, onde as probabilidades de se cometer erros de classificação são iguais.

Uma regra mais realista para o processo de classificação foi proposta por Fisher (1936), que apresenta as chamadas funções discriminantes lineares. Tais funções têm como

vantagem não necessitar de hipóteses sobre sua distribuição, sendo apresentadas pela equação discriminante de Fisher, conforme apresentado por Morrison (1969, p. 156):

$$Z_i = b_0 + b_1X_{1i} + b_2X_{2i} \dots + b_nX_{ni};$$

onde: X_{ji} é o valor da variável independente j para o indivíduo i ; b_j é o coeficiente discriminante da variável j ; e Z_i é o *score* discriminante do indivíduo i , originando-se da combinação linear das variáveis independentes.

Neste contexto a regra de classificação seria dada por::

$$Z_i > Z_{crit} \rightarrow \text{indivíduo } i \text{ é classificado no grupo 1}$$

$$Z_i < Z_{crit} \rightarrow \text{indivíduo } i \text{ é classificado no grupo 2}$$

Note que a fronteira de classificação, situação na qual $Z_{crit} = Z_i = b_0 + b_1X_{1i} + b_2X_{2i} \dots + b_nX_{ni}$, é função do número de variáveis independentes. Assim no caso em que $n = 2$, caso mais simples, a fronteira de classificação seria uma reta, de forma que dependendo do lado onde o indivíduo i estiver, esta será sua classificação. Este caso é retratado na figura 3.

Afif & Clark (1999, p. 254) apresentam uma medida interessante que advém das funções discriminantes, a chamada distância Mahalanobis, a qual permite mensurar quão “distantes” estão dois grupo em termos do valor de suas funções discriminantes. A distância Mahalanobis é computada da seguinte maneira: $D^2 = \frac{(\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2)^2}{S_Z^2}$, onde \bar{Z}_1 e \bar{Z}_2 são as médias dos *scores* discriminantes do grupo 1 e 2 e S_Z^2 é a “variância amostral combinada⁸” (*pooled sample variance*) de Z .

⁸ A variância combinada é um método de se estimar a variância dado um conjunto diferente de amostras tomadas em situações diferentes, de forma que as médias possam variar de amostra para amostra, mas a verdadeira variância mantenha-se a mesma.

Assim percebemos que quanto maior D^2 , mais fácil será a discriminação entre as duas variáveis, ou seja, menos será a probabilidade de se realizarem classificações erradas. Assim ao estudarmos as funções discriminantes devemos escolher os coeficientes discriminantes (b_j) de forma a maximizar esta distância e conseqüentemente minimizar a probabilidade de se incorrer em erros de classificação.

A distância Mahalanobis permite também analisar se os grupos 1 e 2 são estatisticamente diferentes. Isto é possível, pois D^2 pode ser transformada em uma estatística F permitindo assim a aplicação do teste multidimensional de diferença de médias, que nos permite analisar se existe (e é significativa a) diferença entre o vetor de médias n-dimensional \bar{x}_1 do grupo 1 e o correspondente vetor de médias n-dimensional \bar{x}_2 do grupo 2.

A função discriminante de Fisher permite, conforme apresentam Morrison (1969) e Afif & Clark (1999), identificar a direção e o grau com que cada variável independente contribui para a classificação e também, identificar dentre estas variáveis, a que melhor discrimina entre os grupos. Partindo da equação discriminante de Fisher, para um universo onde somente existam os grupos 1 e 2, percebemos que se os coeficientes discriminantes (b_j) forem positivos, a variável será classificada como pertencendo ao grupo 1 e se forem negativas pertencerão então ao grupo 2. Isso ocorre, pois com b_j positivo uma alteração na variável independente (X_j) fará com que o valor da função discriminante Z_i aumente, o que fará o indivíduo i ser classificado como pertencente ao grupo 1.

Já com relação ao tamanho do coeficiente discriminante devemos ressaltar que este é influenciado pela escala utilizada na variável independente (X_j), isto é, dependendo das variáveis utilizadas, as diferenças na escala podem afetar os coeficientes discriminantes, aumentando a probabilidade de se discriminar uma variável de maneira errada. Para

solucionar este problema os autores sugerem trabalhar com variáveis padronizadas. Vale lembrar que para padronizarmos uma variável, devemos dividi-la por seu desvio padrão. Assim padronizando a variável X_j teríamos: $b_j^* X_j^* = b_j^* \frac{X_j}{\sigma_j}$; onde b_j^* é o coeficiente discriminante padronizado; X_j^* é a variável independente padronizada e σ_j é o desvio padrão de X_j .

Com coeficientes padronizados podemos comparar as variáveis independentes em termos do seu poder discriminante. Consequentemente considerando duas variáveis independentes distintas X_j e X_k , temos que se $|b_j^*| > |b_k^*|$, a variável X_j será um melhor discriminante entre os grupo 1 e 2 do que a variável X_k . Isso ocorre devido ao fato de uma alteração em uma unidade de X_j^* provocar um efeito maior sobre Z_i do que a alteração de uma unidade em X_k^* .

Outra vantagem que advém da utilização das funções discriminantes é que sua interpretação é muito próxima a interpretação de um modelo de regressão. As funções discriminantes fornecem a percentagem de classificações corretas, o que se assemelha ao R^2 do modelo de regressão, cujo resultado fornece a percentagem da variância explicada.

No contexto de padrões de inovação, a análise discriminante será utilizada como complemento ao critério de classificação gerado a partir das componentes principais. Assim será realizada uma “classificação bruta” com base nas componentes principais e uma “classificação fina”, com base nas análises discriminantes, que nos permitirá identificar e ajustar os setores mal classificados. Adicionalmente tal análise permitirá identificarmos se os sinais das variáveis características dos regimes tecnológicos (oportunidades, apropriabilidade, cumulatividade e propriedades do conhecimento de base) estão de acordo com o que propões a teoria dos padrões de inovação.

2.3 – A Classificação dos Padrões de Inovação dos Setores Industriais Brasileiro.

A presente seção tem como objetivo apresentar a metodologia utilizada para a classificação dos padrões de inovação brasileiros. Nesse sentido será dividida em três subseções; a primeira na qual serão apresentados os dados utilizados e na segunda será apresentada a classificação dos setores industriais brasileiros a partir da aplicação do modelo de componentes principais e por fim na terceira seção será realizada análise discriminante dos setores industriais brasileiros classificados de acordo com seu padrão de inovação, visando identificar eventuais erros de classificação bem como analisar se os coeficientes discriminantes encontrados estão de acordo com a teoria dos regimes tecnológicos, o que validará ou não nossa classificação.

2.3.1 – Dados

Para a caracterização dos regimes tecnológicos e a classificação dos padrões de inovação da indústria brasileira foram construídos, assim como em Breschi et al. (2000), os indicadores da estrutura da atividade inovativa (concentração, entrada e estabilidade de inovadores) e indicadores característicos de propriedades associadas aos regimes tecnológicos (oportunidade, apropriabilidade, cumulatividade e propriedades da base do conhecimento). Embora estejamos trabalhando com o mesmo conjunto de indicadores há diferenças significativas entre o presente estudo e realizado por estes autores.

Destacamos duas diferenças fundamentais para o caso brasileiro: base de dados e nível de agregação. Com a primeira diferença temos que devido ao fato de não possuímos acesso a base de dados de patentes para setores industriais brasileiros, optamos por trabalhar com dados com dados financeiros, receitas predominantemente, obtidos através da Pesquisa da Inovação Tecnológica (PINTEC) e Pesquisa da Indústria Anual (PIA). A segunda diferença

decorre diretamente desta ausência de informação sobre patentes, pois devido a não possuímos estes dados não temos como classificar os setores industriais brasileiros em classes tecnológicas, tal como nos estudos de Breschi, Malerba & Orsenigo (2000) e Malerba & Orsenigo (1996).

Os indicadores brasileiros foram construídos a partir dos microdados da PINTEC, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sobre a PINTEC destacamos que esta é uma pesquisa trienal que tem por objetivo construir indicadores nacionais e regionais de inovação tecnológica, tendo, no ano de 2005, abrangido um grupo de 12.700 empresas, as quais representam aproximadamente 91 mil empresas com dez ou mais empregados. Destas 91 mil foram, em 2005, consideradas como inovadoras aproximadamente, 30,4 mil empresas.

Outra informação relevante sobre a PINTEC diz respeito a forma de captura das informações que compõem esta pesquisa. A PINTEC tem como instrumento de coleta um questionário com 197 perguntas, elaboradas segundo as orientações do Manual de Oslo, abrangendo diversos temas relacionados as atividades inovativas como, por exemplo, as fontes de financiamento a inovação, o impacto das inovações, a utilização de mecanismo de proteção, fontes de informação, entre outros.

Para a construção dos indicadores de concentração, entrada e estabilidade de inovadores, o primeiro passo foi identificar, com base nos dados da PINTEC, as empresas inovadoras. De acordo com o Manual de Oslo (1997) e a PINTEC, são consideradas inovadoras aquelas firmas, que introduziram novos produtos e/ou processos, podendo esta introdução se dar tanto a nível mundial, do mercado ou da própria firma. Assim de acordo com a PINTEC consideramos como inovadora aquelas firmas que afirmaram ter efetuado

alguma inovação de produto, processo ou então aquelas que afirmaram possuir alguma patente em vigor para no triênio abrangido pela pesquisa.

O indicador de entrada de inovadores tem como objetivo identificar dentre todas as firmas inovadoras, aquelas firmas que inovaram pela primeira vez em determinado período, ou seja, as novas inovadoras. Assim tomando como ano base 2005, foram identificadas todas as empresas que inovaram neste ano e não inovaram nos anos de 2003 e 2000. Note que tal como nos estudos elaborados por Breschi et al. (2000), este indicador capta somente a empresa que inovou pela primeira vez e não a empresa que entrou no mercado.

O indicador de concentração, por sua vez, buscará captar o grau de concentração da atividade inovativa por setor industrial brasileiro. A concentração será mensurada em termos de receita de inovação, sendo esta a parcela das receitas das firmas inovadoras que tem origem no novo produto e/ou processo. Assim com base nos microdados da PINTEC para os anos de 2005, 2003 e 2000, foram coletados os dados referentes ao percentual das receitas das firmas inovadoras que, de acordo com as próprias empresas, são atribuídas ao novo produto e/ou processo e estes cruzados com os dados de receita líquida, disponibilizados nos microdados da Pesquisa da Indústria Anual (PIA). Deste cruzamento encontramos a receita de inovação, a qual foi utilizada para os cálculos do índice de Herfindahl- Hirschmann (HHI), obtido a partir da soma do quadrado das participações individuais da receita de inovação de cada firma inovadora em relação o total da receita de inovação do setor.

Já o indicador de estabilidade hierárquica dos inovadores busca identificar o grau de constância entre os inovadores líderes sendo esta uma *proxy* para o grau de dinamismo tecnológico do setor. A liderança de determinada firma foi mensurada em termos de receita de inovação, assim a firma líder de inovação em determinado setor é aquela que possui a maior

receita de inovação. A estabilidade foi calculada a partir do cálculo de coeficientes de correlação de Spearman, entre os “*ranks*” de inovadoras dos anos de 2000 e 2005.

Devemos ressaltar que para a criação deste indicador selecionamos o mesmo conjunto de empresa, isto é, consideramos somente os inovadores que estiveram presentes nos anos de 2000 e 2005, as quais foram ordenadas hierarquicamente a partir das participações de suas receitas de inovação no total do setor, e sobre estas variáveis ordenadas calculou-se a correlação de Spearman. Para os casos onde uma empresa tenha sido inovadora no ano 2000 e não inovadora em 2005, consideramos para este último ano receita de inovação igual a zero.

Como o indicador de concentração é construído com base no cálculo de correlação de Spearman, temos que para alguns setores, devido a disponibilidade de dados, não haverá observações suficientes para o cálculo de uma correlação significativa entre grupos. Nesse sentido optamos por trabalhar somente com os setores cujo indicador de estabilidade mostrou-se significativo, como consequência desta opção de um total de 112 CNAEs três dígitos para a indústria extrativa e de transformação, trabalharemos somente com um subgrupo de 71 CNAEs.

Sobre estes três indicadores estruturais serão aplicados a análise das componentes principais que nos permitirá classificar os diferentes setores industriais em estruturas SM-I e SM-II. Abaixo apresentamos tabela com conjunto de estatísticas descritivas destes indicadores, deixando para anexo a tabela completa com os dados utilizados.

Tabela 2: Indicadores Estruturais da Atividade Inovativa para Setores Industriais Brasileiros.

Estatísticas	Estabilidade	Entrada	Concentração
N° Observações	71	71	71
Média	0,222	0,275	0,341
Mediana	0,200	0,278	0,266
Desvio Padrão	0,144	0,083	0,253
Máximo	0,775	0,435	1,000
Mínimo	0,000	0,000	0,062

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PINTEC.

Além destes indicadores “estruturais” foram também construídos, com base na PINTEC, indicadores que buscassem captar a essência dos regimes tecnológicos. Assim nos moldes dos indicadores construídos por Breschi et al. (2000), foram construídos indicadores de oportunidades tecnológicas, apropriabilidade, cumulatividade e características da base do conhecimento⁹.

O indicador de oportunidade tecnológica busca identificar a facilidade com que a inovação pode ser obtida em um determinado setor. Para mensuramos estas características foram utilizadas as questões relacionadas às fontes de inovação disponíveis no questionário da PINTEC. Assim foram somadas as respostas fornecidas pelas empresas inovadoras as questões relativas a importância das fontes externas a empresa no desenvolvimento da inovação, sendo o resultado desta soma o indicador de oportunidade tecnológica. Para este indicador quanto menor o seu valor, maior será o grau de oportunidade tecnológica.

O indicador de apropriabilidade busca identificar o grau de proteção fornecido a propriedade intelectual e ao conhecimento tecnológico. Para tal este indicador foi construído

⁹ As variáveis utilizadas na construção serão apresentadas em anexo.

somando-se as respostas dadas pelas empresas inovadoras as questões relativas a importância das patentes e dos diversos mecanismos de propriedade intelectual como forma de proteção a atividade inovativa. A relação entre o valor deste indicador e o grau de apropriabilidade é inversa, ou seja, quanto menor for o valor deste indicador, maior será o grau de apropriabilidade.

Já o indicador de cumulatividade busca identificar o grau de dependência entre a inovação e o conhecimento tecnológico passado. Assim construímos este indicador somando as respostas dadas pelas empresas inovadoras a questão sobre constância com que realizam suas atividades de pesquisa e desenvolvimento. Para este indicador quanto maior o seu valor, maior será o grau de cumulatividade.

Por fim o indicador relativa as características da base do conhecimento busca identificar se o conhecimento tecnológico tem uma dimensão mais genérica ou mais aplicada. Com esse objetivo este indicador foi construído para as empresa inovadoras somando-se a participação, em relação ao total de empregados da empresa, dos funcionários com formação ligada a áreas de conhecimento aplicada e genérica. Assim dividiu-se este indicador em dois outros indicadores, um que busca identificar o quão genérico é a base do conhecimento, no qual foram somados os percentuais de funcionários ligados as ciências básicas / genéricas (química, física, biologia, matemática), e um que busca identificar o quão aplicado é este conhecimento tecnológico, no qual somaram-se as parcelas dos funcionários ligados as ciências aplicadas (engenheiros, médicos, arquitetos, entre outros). A interpretação deste indicador é direta, pois quanto maior for o indicador de ciência básica ou aplicada, mais genérico ou aplicado será o conhecimento tecnológicos.

A tabela abaixo retrata as estatísticas descritivas destes indicadores, tendo a tabela completa sido deixada em anexo.

Tabela 3: Indicadores Característicos de Regimes Tecnológicos para setores indústrias brasileiros

Estatísticas	Característica da Base de Conhecimento		Cumulatividade	Oportunidade	Apropriabilidade
	Ciência Básica	Ciência Aplicada			
N° Observações	69	69	69	69	69
Média	0,003	0,009	0,314	936,789	596,437
Mediana	0,005	0,012	0,192	804,345	501,876
Desvio Padrão	0,020	0,084	0,857	4506,00	2774,00
Máximo	0,000	0,000	0,000	95,00	29,00
Mínimo	0,001	0,005	0,272	677,00	429,00

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PINTEC.

2.3.2 – A Classificação dos Padrões de Inovação Setoriais Brasileiros

Para classificarmos os padrões de inovação dos setores industriais brasileiros aplicaremos, tal como em Breschi et al. (2000) e Malerba & Orsenigo (1996), o modelo dos componentes principais, o qual nos permitirá criar uma variável cujo valor identificara se determinado setor segue um padrão Schumpeter *Mark I* ou Schumpeter *Mark II*.

Contudo antes de partimos para a classificação dos setores industriais, faremos um breve diagnóstico dos dados utilizados com base nas correlações entre os indicadores. Tal verificação terá como objetivo avaliar se os sinais das correlações entre os indicadores estão de acordo com as relações previstas pela teoria. Assim esperaríamos para validar nosso dados uma correlação positiva entre os indicadores de estabilidade e concentração e negativa entre estes dois indicadores e o de entrada de inovadores. A tabela abaixo apresenta estas correlações:

Tabela 4: Correlação entre Indicadores Estruturais de Inovação

	Estabilidade	Concentração	Entrada
Estabilidade	1,00		
Concentração	0,2381	1,00	
Entrada	-0,2179	-0,1901	1,00

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PINTEC

Conforme demonstrado pela tabela, as relações previstas teoricamente foram às encontradas empiricamente, demonstrando que embora estejamos trabalhando com dados relativos a atividade inovativa diferentes dos utilizados por Breschi et al. (2000), a direção das relações entre as variáveis se mantem as mesmas. Agora que já demosramos que o comportamento teórico esperado é verificado empiricamente, partiremos para a análise das componentes principais, com o objetivo identificar um fator dominante que capture uma grande porção da variância e permita assim a criação de uma nova variável que permita classificarmos os setores padrões *Mark I* e *Mark II*.

Para a realização da análise dos componentes principais optamos por, além de excluir aqueles setores cujo indicador de estabilidade é não significativo, excluir os setores que devido a uma carência de dados (poucas empresas na amostra) apresentavam indicadores de entrada, estabilidade e concentração iguais a zero. Após estas filtragens passamos a trabalhar com um conjunto de 69 setores industriais. Os resultados da aplicação do método das componentes principais encontram-se descritos na tabela abaixo:

Tabela 5: Análise dos Componentes Principais

Componentes Principais/ Correlações

Número de obs. = 69

Número de Componentes = 3

Traço = 3

Rotação (Não rotacionado = principal) Rho = 1

COMPONENTES	Autovalor	Diferença	Proporção	Cumulativa
Componente 1	1,597	0,890	0,533	0,533
Componente 2	0,707	0,012	0,236	0,768
Componente 3	0,695	,	0,232	1,000

Componentes Principais (Autovetores)

VARIÁVEL	Comp1	Comp2	Comp3	Não Explicado
Ind. Entrada	-0,5758	0,6829	0,4495	0
Ind. Concentração	0,5751	0,7291	-0,371	0
Ind. Estabilidade	0,5811	-0,0449	0,8126	0

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PINTEC

Da tabela acima percebemos que a primeira componente principal concentra aproximadamente 53,3% da variância da amostra, o que nos permite trabalhar somente com esta primeira componente. Os coeficientes (*factor loadings*) desta primeira componente também estão de acordo com o previsto pela teoria, ou seja, temos o coeficiente associado ao indicador de entrada negativo (-0,5758) e os coeficientes associados aos indicadores de concentração (0,5751) e estabilidade (0,5811) positivos.

Com base nestes coeficientes associados à primeira componente principal geramos uma nova variável criada a partir da combinação linear dos indicadores de concentração, estabilidade e entrada de novos inovadores. Tal variável nos permitirá classificar os setores em padrões *Mark I* e *Mark II*, sendo a regra de classificação adotada a mesma proposta por Breschi et al. (2000) na qual os setores que apresentarem o valor desta nova variável negativo serão classificados como SM-I e os que apresentarem valores positivos serão classificados como SM-II. A equação abaixo apresenta a regra de criação desta nova variável:

$$SCUMP = -0,5758(ENTRADA) + 0,5751(CONCENTRAÇÃO) + 0,5811(ESTABILIDADE)$$

Vale lembrar que a ideia por trás desta regra de classificação é a de que quando a variável gerada for negativa teremos que a entrada de novos inovadores se sobrepõe a concentração e a estabilidade, caracterizando assim setores SM-I. Analogamente para o caso em que esta variável é positiva teremos uma situação na qual a concentração e a estabilidade são mais fortes que a entrada de novos inovadores, o que caracteriza setores SM-II. A tabela abaixo apresenta os setores classificados em estruturas SM-I e SM-II por CNAE 3 dígitos., sendo a classificação completa e os valores desta nova variável deixados para anexo.

Tabela 6: Classificação dos Setores Industriais Brasileiros

SM-I	155; 245; 248; 249; 271; 291; 289;292; 293; 296; 302; 323; 333; 344
SM-II	132; 141; 142; 152; 153; 154; 158; 159; 160; 174; 176; 177; 182; 211; 212; 213; 222; 232; 234; 242; 243; 246; 247; 251; 261; 263; 264; 269; 272; 274; 275; 281; 282; 283; 284; 294; 295; 297; 298; 313; 314; 315; 316; 319; 321; 322; 331; 332; 334; 335; 342; 343; 351; 352; 359

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PINTEC

Realizada esta classificação devemos observar se o comportamento destes setores classificados como *Mark I* e *Mark II* estão de acordo com o proposto pela teoria, ou seja, temos de verificar se o indicador de entrada de inovadores é maior em setores SM-I do que em setores SM-II e se os indicadores de concentração e estabilidade são maior em setores SM-II do que setores SM-I. Para esta verificação utilizaremos, inicialmente, um conjunto de estatísticas descritivas separadas por grupo. A tabela abaixo apresenta este resultado.

Tabela 7: Estatísticas Descritivas por Setor SM-I e SM-II

Estatística	<i>Schumpeter Mark I</i>			<i>Schumpeter Mark II</i>		
	Estabilidade	Entrada	Concentração	Estabilidade	Entrada	Concentração
N° Obs.	14	14	14	55	55	55
Média	0,182	0,321	0,178	0,257	0,261	0,384
Mediana	0,178	0,316	0,174	0,254	0,262	0,296
Des. Pad	0,057	0,059	0,077	0,142	0,077	0,260
Máximo	0,212	0,488	0,293	0,775	0,425	1,000
Mínimo	0,016	0,274	0,062	0,017	0,091	0,085

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PINTEC

Desta tabela percebemos que o comportamento dos indicadores segue em linha com o que se esperaria pela teoria proposta por Breschi et al. (2000), visto que a média e a mediana do indicador de entrada é superior em setores classificados como *Mark I* do que setores *Mark II*, da mesma forma temos que a média e a mediana dos indicadores de concentração e estabilidade é maior em setores *Mark II* do que em setores *Mark I*.

Embora a classificação realizada a partir dos critérios definidos por Breschi et al. (2000) apresente resultados em linha com os pressupostos teóricos, esta regra ainda é extremamente arbitrária o que aumenta a probabilidade de incorrerem em erros de classificação. Nesse sentido como forma de reduzir esta probabilidade e consequentemente fornecer maior segurança quanto a classificação realizada, aplicaremos sobre este conjunto de indicadores de setores já classificados como SM-I e SM-II o modelo de análises discriminantes que nos permitirá identificar e corrigir possíveis erros de classificação.

2.3.2 – A Análise Discriminante dos Setores Indústrias Brasileiros.

O modelo de análises discriminantes tem como objetivo classificar objetos em dois ou mais grupos mutuamente exclusivos a partir de um conjunto de variáveis independentes. Assim partindo dos setores previamente classificados em padrões *Mark I* e *Mark II* a

aplicação do modelo de análise discriminante nos permitirá verificar se, com base em suas características independentes determinado setor encontra-se corretamente classificado.

Para a aplicação de tal modelo, construiremos as funções discriminantes de Fisher (linear), através das quais poderemos analisar os *scores* e coeficientes discriminantes. A partir destas informações será possível verificar se as relações encontradas entre os indicadores de regimes tecnológicos (oportunidade, apropriabilidade, cumulatividade e características do conhecimento de base) estão de acordo com as relações previstas pela teoria.

Contudo antes de construirmos tais funções, devemos lembrar que as funções discriminantes são sensíveis à escala das variáveis utilizadas em sua construção, por este motivo a fim de evitarmos problemas decorrentes de escalas diferentes afetando as funções discriminantes trabalharemos com variáveis padronizadas, ou seja, para o valor de cada indicador subtrairemos sua média e dividiremos pelo desvio padrão.

Feito esta padronização construiremos as funções discriminantes de Fisher, cujos valores e coeficientes discriminantes de Fisher, bem como equação linear que caracteriza esta função discriminante, encontram-se apresentados abaixo..

Tabela 8: Coeficientes Discriminantes

	SM- I	SM-II	Coeficiente Discriminante
Ind. Oportunidade	4,140	1,999	2,141
Ind. Apropriabilidade	-1,153	-0,418	-0,735
Ind. Cumulatividade	2,316	2,279	0,037
Ind. Ciência Básica	-0,148	-0,496	0,348
Ind. Ciência Aplicada	0,760	-0,034	0,794
Constante	-5,857	-2,543	-3,314

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PINTEC

$$Z = -3,314 + 2,141 (Oport) - 0,735(Aprop) + 0,037(Cumul) + 0,348(Bass) + 0,794(Aplic)$$

As funções discriminantes apresentam a propriedade de caracterizar com base no coeficiente discriminante o grupo ao qual determinada variável pertence. Tal propriedade garante que quanto maior for o coeficiente discriminante, maior a probabilidade de um determinado setor ser classificado como pertencente ao primeiro grupo. Desta forma da análise da tabela e equação acima percebemos que o comportamento dos indicadores não segue em linha com o comportamento esperado com base na teoria. Isso porque os coeficientes discriminantes associados aos indicadores de cumulatividade e ciência aplicada dos setores SM-I demonstram que quanto maiores forem estes indicadores, maior a probabilidade destes setores serem classificados como SM-I, sendo que o correto seria uma relação inversa, de forma que quanto maiores estes indicadores menores seriam as probabilidades destes serem classificados como SM-I.

Tal comportamento contraditório é um indício de que devem existir setores mal classificados. Como forma de identificarmos estes setores classificados em padrões errados, calculamos os *scores* discriminantes para cada setor CNAE 3 e adotamos, com base na teoria das análises discriminantes, a seguinte regra de classificação: se $Z_{SM-I} > Z_{SM-II}$, então setor deve ser classificado com SM-I. A tabela abaixo sintetiza o diagnóstico encontrado a partir da análise das funções discriminantes.

Tabela 9: Diagnóstico de Classificação com Base nas Funções Discriminantes

Classificação Verdadeira	Classificação Original		Total
	SM-I	SM-II	
SM-I	11 78,57%	3 21,43%	14 100
SM-II	7 12,73%	48 87,27%	55 100
Total	18 26,09%	51 73,91%	69 100

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PINTEC

Desta tabela podemos perceber que dos 14 setores classificação *Mark I*, 3 setores estão mal classificados. Ou seja estão classificados como *Mark I*, quando na realidade deveria ser *Mark II*. Da mesma forma dos 55 setores originalmente classificados como *Mark II*, temos que 7 setores apresentam características que os fariam ser classificados como *Mark I*. A tabela abaixo apresenta estes setores mal classificados. A tabela completa, na qual constam todos os setores, a classificação e *scores* discriminantes, encontra-se em anexo.

Tabela 10: Setores Mal Classificados de Acordo com as Análises Discriminantes

CNAE 3	Oport	Aprop	Cumul	Ciência Básica	Ciência Aplicada	Score Discriminante		Classificação	
						Z1	Z2	Verdadeira	Original
154	2,475	1,755	0,871	0,254	0,120	4,437	3,527	SM-I	SM-II
158	5,585	4,413	1,433	0,425	0,240	15,613	9,825	SM-I	SM-II
242	1,165	0,683	2,537	3,631	1,588	4,726	3,430	SM-I	SM-II
247	1,920	1,667	2,910	1,827	0,295	6,861	6,314	SM-I	SM-II
264	2,092	1,726	0,697	0,207	0,186	2,538	2,397	SM-I	SM-II
271	0,684	0,177	0,552	0,044	0,233	-1,780	-0,021	SM-II	SM-I
283	1,977	1,728	0,519	0,130	0,453	1,862	1,791	SM-I	SM-II
293	1,477	1,465	1,811	0,128	0,811	3,362	3,835	SM-II	SM-I
322	1,019	1,131	3,562	3,895	3,645	7,502	5,087	SM-I	SM-II
323	0,666	0,665	2,758	0,157	0,974	3,236	4,685	SM-II	SM-I

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PINTEC

Após ajustamos a classificação, alterando os setores acima descritos para a classificação proposta pelas funções discriminante, calculamos novamente os coeficientes discriminantes de Fisher para verificar se agora, com os setores corretamente classificados, o comportamento das variáveis associadas aos regimes tecnológicos seguiria em linha com o proposto pela teoria de por Breschi et al. (2000).

Tabela 11: Coeficientes Discriminantes para Setores Ajustados

	SM- I	SM-II	Coeficiente Discriminante
Ind. Oportunidade	9,618	3,092	6,526
Ind. Apropriabilidade	-2,036	-0,623	-1,413
Ind. Cumulatividade	0,984	2,055	-1,070
Ind. Ciência Básica	3,109	0,085	3,024
Ind. Ciência Aplicada	2,756	0,366	2,390
Constante	-13,788	-2,804	-10,983

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PINTEC

$$Z = -10,983 + 6,526 (Oport) - 1,413(Aprop) - 1,070(Cumul) + 3,024(Bass) + 2.390(Aplic)$$

A partir da tabela e da função discriminante acima percebemos que com os ajustes na classificação os coeficientes discriminantes de Fisher passam a estar de acordo com o que pressupõe a relação teórica entre os regimes tecnológicos e os padrões de Inovação. Garantindo que setores com maior oportunidade tecnológica sejam classificados como *Mark I*, e setores com maior apropriabilidade e cumulatividade sejam classificados como SM-II.

Para validar nossa classificação, bem como a existência destes dois grupos, estimamos a distância de Mahalanobis, a qual apresentou um valor de 12,238, com uma estatística $F(5,63) = 30,6199$ e $p - valor = 0$, tais valores demonstram ser significativa a diferença existente entre os grupos SM-I e SM-II, o que garante a válida da separação dos setores industriais de acordo com estes dois grupos.

Agora que já definimos a classificação e constatamos que a separação dos setores industriais em estruturas *Mark I* e *Mark II* é representativa resta analisar se partindo de uma análise das características estruturais destes setores. Para tal o próximo capítulo apresentará um conjunto de testes de hipótese, os quais terão por objetivo checar essa diferenciação.

Capítulo 3: Os Regimes Tecnológicos e as Diferenças Estruturais Intersetoriais: uma Análise para os Setores Industriais Brasileiros.

A classificação dos setores industriais de acordo com seus regimes tecnológicos nos permite analisar como as diferenças nos padrões de inovação, captadas pelas diferenças em indicadores estruturais, afetam a atividade inovativa. No entanto esta análise foca apenas na diferença existente entre aos regimes tecnológicos aos quais as firmas inovadoras estão submetidas, não se preocupando em analisar se existem diferenças nas propriedades estruturais destas indústrias classificadas em padrões de inovação diferentes.

Nesse sentido o presente capítulo buscará analisar esta questão estabelecendo um conjunto de hipóteses, com base em Van Dijk (2002), que tentarão captar a existência ou não destas diferenças nas propriedades estruturais de indústrias classificadas em padrões *Mark I* e *Mark II*. Com este objetivo dividiremos este capítulo em três seções, na primeira apresentaremos o conjunto de hipóteses teóricas desenvolvidas por Van Dijk (2002), que estudando aos setores industriais holandeses, buscou verificar se existem diferenças nas propriedades estruturais de indústrias classificadas em regimes tecnológicos diferentes; na segunda seção apresentar-se-á o arcabouço teórico utilizado para se testar estas hipóteses bem como os resultados encontrados por Van Dijk (2002) e por fim na última seção serão realizados os testes para os setores industriais brasileiros classificados como *Mark I* ou *Mark II*.

3.1 – Hipóteses Características dos Regimes Tecnológicos

A principal contribuição fornecida pela metodologia caracterização dos regimes tecnológicos e a classificação dos padrões de inovação é permitir explicar o porquê de existirem algumas diferenças intersetoriais na condução da atividade inovativa. Contudo até que ponto estas diferenças intersetoriais realmente existem? É com o objetivo de verificar esta

questão que Van Dijk (2002) constrói, a partir da definição de regimes tecnológicos e padrões de inovação, propostas por Breschi et al. (2000) e Malerba & Orsenigo (1996), um conjunto de hipóteses cujo objetivo é averiguar se, para a indústria holandesa, existem diferenças entre propriedades estruturais de setores classificados em padrões de inovação diferentes.

Fazendo uma breve recapitulação sobre a teoria dos regimes tecnológicos temos que estes regimes podem ser definidos como uma combinação particular das condições de oportunidade, apropriabilidade, cumulatividade e das características da base do conhecimento, sendo um regime SM-I caracterizado por uma baixa apropriabilidade e cumulatividade, com predomínio de uma base do conhecimento aplicada, codificada. Em contrapartida um regime SM-II é caracterizado por uma elevada apropriabilidade e cumulatividade do conhecimento tecnológico, com uma base do conhecimento genérica, tácita. Note que não mencionamos como as condições de oportunidade tecnológica afetam estes regimes, isso porque esta tem efeito similar sobre os dois grupos.

Diante destas diferenças entre as condições de apropriabilidade, cumulatividade e na base do conhecimento, Van Dijk (2002), constrói um conjunto de hipóteses que tem por objetivo verificar se a classificação das indústrias em regimes tecnológicos diferentes leva a existência de grupos com propriedades estruturais diferentes. Ou seja, seu objetivo é verificar, através da criação de um conjunto de hipóteses baseadas em propriedades estruturais, se a classificação dos setores em estruturas *Mark I* e *Mark II* realmente se verificam.

Assim com este objetivo o autor cria um conjunto de hipóteses estáticas que buscam refletir a vantagem relativa que os novos inovadores têm sobre as firmas já instaladas em padrões *Mark I*, ou analogamente as vantagens que os inovadores já estabelecidos tem sobre os novos inovadores em padrões *Mark II*, e um conjunto de hipóteses dinâmicas que buscam retratar os impactos que a entrada e saída de inovadores têm sobre a estabilidade da atividade

inovativa. Ou seja, tais hipóteses dinâmicas visam verificar se classes tecnológicas *Mark I* realmente apresentam uma maior instabilidade na hierarquia dos inovadores do que classes *Mark II*. A tabela abaixo apresenta as hipóteses construídas por Van Dijk (2002):

Tabela 12: Hipóteses Intersetoriais Entre Estruturas SM-I e SM-II

ESTÁTICAS	1	A parcela de pequenas firmas é maior em setores SM-I do que em setores SM-II.
	2	Setores SM-I são menos concentrados do que setores SM-II
	3	Setores SM-I apresentam barreiras a entrada mais fracas em setores SM-II
	4	Setores SM-I apresentam uma intensidade de capital menor do que setores SM-II
	5	As taxas de lucro são menores em setores SM-I do que em setores SM-II.
	6	Em setores SM-I as firmas entrantes são mais produtivas que as já instaladas. Já em setores SM-II as firmas já estabelecidas são mais produtivas do que as entrantes.
DINÂMICAS	7	Setores SM-I apresentam um <i>turnover</i> fruto da entrada e saída de firmas maior do que setores SM-II.
	8	Setores SM-I apresentam uma maior turbulência entre o grupo das firmas incumbentes maior do que setores SM-II.
	9	O crescimento da produtividade devido a entrada e saída de firmas é maior em setores SM-I do que setores SM-II. Já para setores SM-II a contribuição das firmas já instaladas para o aumento da produtividade é maior do que setores SM-I.

Fonte: Van Dijk (2002; pp.90,91)

Este conjunto de nove hipóteses elaboradas por Van Dijk (2002) tem como objetivo retratar as diferenças existentes entre setores classificados como *Mark I* e *Mark II*, de forma a que possa ser verificado se as diferenças teóricas se traduzem em diferenças nas propriedades estruturais dos setores classificados como *Mark I* e *Mark II*. Desta construção percebemos que

existe, para Van Dijk (2002) a possibilidade de que mesmo inseridos em regimes tecnológicos distintos e classificados em padrões de inovação diferentes, os setores industriais não possuam diferenças estruturais

Para realizar a verificação destas hipóteses com esse objetivo, Van Dijk (2002) realiza uma série de testes de hipóteses com o objetivo de verificar as diferenças teóricas geradas a partir das diferenças teóricas entre os padrões de inovação se verificam nas propriedades estruturais dos setores industriais. Nesse sentido a próxima seção fará uma breve revisão de literatura sobre os testes de igualdade de média e igualdade de variância, instrumental utilizado por Van Dijk (2002) para a verificação destas hipóteses.

3.2 – Os Regimes Tecnológicos na Indústria Holandesa: Metodologia, Dados e Resultados.

As hipóteses apresentadas por Van Dijk (2002) têm como objetivo sintetizar as diferenças teóricas existentes entre os setores classificados como *Mark I* e *Mark II* e permitir que, através da realização de testes de hipóteses, seja verificado se estas diferenças teóricas se verificam empiricamente. Nesse sentido a presente seção buscará fazer uma breve revisão dos conceitos associados aos testes de hipóteses utilizados por este autor para a verificação destas hipóteses, e também apresentará a forma como este autor constrói as variáveis associadas a estas hipóteses características e os resultados obtidos.

3.2.1 – Testes de Igualdade de Média

O objetivo de Van Dijk (2002) ao construir estas hipóteses teóricas com base nas relações entre os regimes tecnológicos e os padrões de inovação é verificar, através da realização de testes de hipótese, se empiricamente as características de setores *Mark I* se diferenciam das características de setores *Mark II*.

Assim seu o objetivo ao formular estas nove hipóteses comportamentais é permitir a comparação de variáveis características entre duas populações de variáveis classificadas em grupos complementares. A metodologia proposta por Van Dijk (2002) para realizar esta comparação é à realização de testes de igualdade de média, os quais permitem verificar se diferença entre as médias para as variáveis associadas a estas hipóteses são significantes. Ou seja, a aplicação de testes de igualdade de médias permitirá verificar se existe, estatisticamente, diferença entre as características de setores classificados como *Mark I* e *Mark II*.

A ideia básica por de trás de qualquer teste de hipótese, segundo Cassella & Berger (2002), é estabelecer uma regra de decisão que permita, parindo de uma amostra da população, aceitar como verdadeira determinada hipótese frente as demais. Este autor ressalta então que para qualquer teste de hipóteses é necessário existir no mínimo duas hipóteses complementares, as chamadas hipóteses nula (denotada por H_0) e alternativa (denotada por H_1)¹⁰ e uma regra de decisão que permita aceitar H_0 como verdadeira ou então rejeita-la e aceitar H_1 como verdadeira¹¹.

¹⁰ Especificamente sobre as hipóteses nula e alternativa temos que se θ representar um parâmetro populacional, a forma genérica destas hipóteses será: $H_0: \theta \in \theta_0$ e $H_1: \theta \in \theta_0^c$, onde θ_0 é o subespaço dos parâmetros θ_0^c é seu complemento.

¹¹ Para maiores detalhes sobre a teoria dos testes de hipótese ver: Cassella & Berguer. (2002), cap. 8, pp 373-415; e Lehmann, E. L., Romano, J.P., (2005), *Testing Statistical Hypotheses*, Springer Texts in Statistics, 6 ed.

Para o caso das hipóteses estabelecidas por Van Dijk (2002), temos como hipótese nula que a média das variáveis relevantes para os grupos *Mark I* e *Mark II* são iguais, e como hipótese alternativa que estas médias são diferentes. Dessa construção fica claro que o ideal para a relação entre regimes tecnológicos e padrões de inovação é a rejeição da hipótese nula, o que nos levaria a aceitar a hipótese alternativa de que as médias, e conseqüentemente as características os setores classificados com *Mark I* e *Mark II* são significativamente diferentes.

Sobre os testes de igualdade de média, estes são testes baseados na estatística *t* de Student, que por construção são sensíveis à igualdade ou não da variância entre os grupos analisados. Assim o primeiro ponto a ser analisado na tentativa de se avaliar se a média de duas populações é igual consiste justamente em testar a variâncias das amostras e verificar se estas são iguais. Do ponto de vista prático, para o caso da verificação das diferenças entre as propriedades estruturais de setores classificados como *Mark I* e *Mark II*, primeiro será analisado se a variância entre estes grupos é igual para depois verificarmos se as médias são iguais.

Usualmente para testar a igualdade de variâncias é utilizado o teste *F*, baseado na distribuição *F*, e que consiste basicamente em dada duas amostra aleatórias independentes de tamanho n_1 e n_2 , com variâncias σ_1^2 e σ_2^2 , e distribuições aproximadamente normais, avaliar a hipótese nula na qual se supõe igualdade de variâncias: $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ contra uma hipótese alternativa que supões desigualdade de variâncias $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$. A regra de decisão deste teste se baseia estatística *F* observada, construída através da razão das variâncias amostrais, de

forma que se esta for maior do que a estatística F crítica¹² (tabulada), rejeita-se H_0 , ou seja, estatisticamente, as variâncias destas populações são significativamente diferentes.

Se o resultado do teste F for aceitar a igualdade das variâncias, isto é, aceitar H_0 , temos que a estatística t associada a hipótese de igualdade de médias é calculada da seguinte forma:

$$t^* = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{(n_x - 1)s_x^2 + (n_y - 1)s_y^2}{n_x + n_y - 2} \left(\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y} \right)}} \sim t(n - 2)$$

onde: S_x^2 e S_y^2 são a variância amostral dos grupos X e Y , n_x e n_y o número de observações das amostras, \bar{X} e \bar{Y} as médias das variáveis relevantes. Vale observar que esta estatística t segue uma distribuição t de Student com $n - 2$ graus de liberdade.

Já para o caso onde se rejeita a hipótese nula do teste F , a estatística t associada ao teste para verificação da igualdade de média é calculada da seguinte maneira:

$$t^* = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{s_x^2}{n_x} + \frac{s_y^2}{n_y}}} \sim t(v)$$

Note que neste caso a estatística t tem seus graus de liberdade não mais como função exclusiva dos números de observações da amostra, passando a ser também função das

¹² Vale observamos que a estatística F observada segue uma distribuição F de Snedecor, com $(n_1 - 1; n_2 - 1)$ graus de liberdade. Sendo n_1 e n_2 , o número de observação das duas populações.

variâncias amostrais da população. Assim o grau de liberdade associado a esta estatística pode ser definidos pela fórmula de Satterthwaite¹³, conforme apresentado abaixo:

$$v = \frac{\left(S_x^2/n_s + S_y^2/n_y \right)^2}{\frac{\left(S_x^2/n_x \right)^2}{n_x - 1} + \frac{\left(S_y^2/n_y \right)^2}{n_y - 1}}$$

Agora que já apresentamos, resumidamente, a metodologia dos testes de hipóteses que será utilizada por Van Dijk (2002) para verificar a significância da diferença entre grupos, iremos apresentar nas próximas duas seções a base de dados e a metodologia de criação das variáveis associadas as nove hipóteses características e os resultados encontrados por este autor.

3.2.2 – Base de Dados e Resultados para o Caso Holandês

Van Dijk (2002) com o intuito de construir variáveis que lhe permitisse testar as nove hipóteses características propostas, utilizou dados de empresas holandesas que possuíam 20 ou mais funcionários que trabalhassem pelo menos 15 horas semanais. Esta base foi disponibilizada a nível setorial, para o período de 1978 a 1992, com setores classificados a quatro dígitos¹⁴.

¹³ A fórmula de Satterthwaite é usada para aproximar os verdadeiros graus de liberdade de uma combinação linear de amostras com variâncias independentes. Ou seja, tomando uma amostra de n variâncias S_i^2 , $\forall i = 1, \dots, n$, cada uma possuindo v_i graus de liberdade, computamos $\chi = \sum_{i=1}^n k_i S_i^2$, onde aproximamos χ por uma distribuição chi-quadrado, cujos graus de liberdade $v_\chi \approx \frac{(\sum_{i=1}^n k_i S_i^2)^2}{\sum_{i=1}^n \frac{(k_i S_i^2)^2}{v_i}}$

¹⁴ Esta classificação a 4 dígitos realizada pelo sistema de classificação holandês é próxima a classificação a 4 dígitos representada pela CNAE 4.

Sobre esta base de dados devemos observar dois pontos importantes que afetarão a análise das informações e a comparação com os estudos de Breschi et al. (2000). O primeiro diz respeito ao nível de agregação, mais especificamente, em como analisar firmas que atuam em mais de um setor industrial. Tal questão é resolvida por Van Dijk (2002) assumindo que, nestes casos, a firma deverá ser classificada naquele setor que lhe fornecer maiores receitas.

O segundo ponto diz respeito a classificação em padrões *Mark I* e *Mark II* realizada por Van Dijk (2002) para os setores industriais holandeses. Uma deficiência da base de dados utilizada por este autor reside no fato desta não apresentar informações sobre variáveis ligadas a inovação, impedindo assim a construção de indicadores tal com em Breschi et al. (2000) que lhe permitiria aplicar o modelo das componentes principais e assim realizar a classificação dos setores industriais de acordo com seus padrões de inovação.

A solução encontrada por Van Dijk (2002) para resolver este problema é classificar os setores industriais holandeses associando, arbitrariamente, cada um 106 setores industriais disponíveis em sua base de dados, a uma das 33 classes tecnológicas propostas por Breschi et al. (2002) e Malerba & Orsenigo (1996). Ou seja, a classificação dos setores industriais holandeses em padrões *Mark I* e *Mark II* é passiva, seguindo a classificação da classe tecnológica a qual o setor foi associado e não por suas características inovativas.

A partir desta associação Van Dijk (2002) afirma então existir para a indústria holandesa um conjunto de 60 setores classificados como *Mark I* e 18 como *Mark II*. Note destes números que o autor excluiu 28 setores de sua amostra devido a não ser possível associa-los a uma classe tecnológica.¹⁵ Embora tal procedimento pareça arbitrário Van Dijk (2002) justifica sua classificação afirmando não haver diferença significativa entre o comportamento da atividade inovativa dos setores industriais holandeses do comportamento

¹⁵ A tabela apresentando a classificação completa destes setores industriais foi deixada para anexo.

dos setores indústrias europeus estudados por Malerba & Orsenigo (1995). Nas palavras do próprio autor:

Although even for this group of industries there may not be a strict conceptual correspondence between a technology class and an industry, we believe this does not cause a major distortion in mapping the technology classes to industries. Furthermore, given the strong similarities across the four European countries investigated by Malerba et al. (1995), we do not expect that a similar exercise based on patent data for the Dutch manufacturing sector will lead to a different taxonomy of technological classes (Van Dijk, 2002, p. 92).

Com relação às variáveis criadas por Van Dijk (2002) para caracterizar as nove hipóteses teóricas por ele formuladas temos que para a primeira hipótese, a qual afirma ser a parcela de pequenas firmas¹⁶ maior em classes tecnológicas classificadas como *Mark I* do que em classes tecnológicas classificadas como *Mark II*, a variável utilizada é a taxa média anual da participação de pequenas firmas no total de firmas da classe tecnológica. Esta participação pode ser mensurada tanto através da participação das pequenas firmas no total de firmas do setor, como através da proporção do número de empregados de firmas pequenas em relação ao total de empregados da classe tecnológica.

Dos testes realizados para esta hipótese, Van Dijk (2002) chega a conclusão que há uma diferença estatisticamente significativa no que diz respeito ao tamanho das firmas, demonstrando que classes tecnológicas classificadas como *Mark I* possuem uma proporção de pequenas firmas é maior do que classes tecnológicas classificadas como *Mark II*.

Para a segunda hipótese, a qual afirma que a concentração em padrões *Mark I* menor do que em padrões *Mark II*, as variáveis utilizadas foram a média anual dos indicadores de Herfindahl e da razão de concentração das quatro maiores firmas. Tais indicadores utilizam como insumo a participação das receitas das firmas inovadoras no total de receitas da classe tecnológica, sendo que o primeiro é calculado como sendo uma média ponderada destes

¹⁶ Definidas por Van Dijk (2002) como firmas com menos de 100 empregados.

market shares, para todas as empresas da classe tecnológica e o segundo é do *market share* das quatro maiores firmas do setor. Os resultados obtidos pelo autor na análise desta hipótese demonstram existir uma diferença significativa entre a concentração de classes tecnológicas, sendo menor a concentração das classes tecnológicas classificadas como *Mark I* quando comparada as classes tecnológicas classificadas como *Mark II*.

Para a terceira hipótese, que afirma serem as barreiras a entrada mais fracas em classes tecnológicas *Mark I* do que em classes tecnológicas *Mark II*, Van Dijk (2002) opta por utilizar como variável de análise o número de entradas bem sucedidas de novos inovadores na classe tecnológica. Outra variável que o autor utiliza para mensurar as barreiras a entrada são a escala mínima eficiente e as taxas médias de investimento, variáveis estas utilizadas pelo autor para caracterizar a quarta hipótese, que afirma ser menor a intensidade de capital de padrões *Mark I* quando comparada aos padrões *Mark II*.

Os resultados encontrados pelo autor para estas hipóteses mostram que quando se utiliza a intensidade de capital para verificar a validade da terceira hipótese, o resultado irá depender da variável utilizada para medir esta intensidade, pois se utiliza-se a taxa de entrada de novos inovadores na classe tecnológica, aceita-se a hipótese de igualdade entre os padrões *Mark I* e *Mark II*, mesmo resultado é obtido quando utilizamos a taxa média de investimentos para mensurar a intensidade de capital. Porém ao utilizar a escala mínima eficiente o resultado encontrado permite aceitar a hipótese de que há diferenças significativa entre a intensidade de capital de classes tecnológicas *Mark I* e *Mark II*, sendo a intensidade nos padrões *Mark II* maior que nos padrões *Mark I*. Note que os resultados dos testes para a intensidade de capital são justamente o resultado da quarta hipótese.

Para a quinta hipótese, segundo a qual a lucratividade de padrões *Mark I* é menor que a lucratividade de padrões *Mark II*, a variável utilizada nos testes foi a média anual das taxas

de lucro. Cujos resultados do teste mostraram, segundo Van Dijk (2002) demonstraram ser significativa a diferença de lucratividade, sendo a lucratividade de padrões *Mark I* maior do que de padrões *Mark II*.

A sexta hipótese, a qual afirma que os inovadores entrantes nos padrões *Mark I* são mais produtivos do que os inovadores já instalados, as variáveis construídas foram a diferença entre a média anual da produtividade dos inovadores já instalados e dos inovadores entrantes. Por produtividade relativa Van Dijk (2002) entende que esta é calculada dividindo-se o valor adicionado por trabalhador de uma determinada firma pelo valor adicionado de sua classe tecnológica. Os resultados dos testes aplicados a esta hipótese não demonstram haver diferenças significativas entre os padrões *Mark I* e *Mark II*, logo não há evidência que confirme existir diferenças entre a produtividade de entrantes e já instalados.

Para a sétima hipótese, que afirma ser o *turnover* devido a entrada e saída de firmas maior em padrões *Mark I* do que em padrões *Mark II*, Van Dijk (2002) utiliza duas variáveis para a realização destes testes, uma calculada em termos anuais e uma em termos cumulativos. A primeira variável seria encontrada calculando-se a taxa média anual de entrada e saída de firmas, que pode ser calculada tanto através da contagem do número de entradas e saídas de firmas de determinada classe tecnológica dividida pelo total de firmas ativas nesta classe; como também em termos de receitas, onde para isso se calcularia a receita das firmas que entram e saem do mercado em um determinado ano e dividir-se-ia este valor pelo total das receitas da classe tecnológica neste mesmo ano. A segunda variável seria calculada pelo mesmo princípio, só mudando o intervalo temporal utilizado, pois em termos cumulativos a taxa de entrada e saída mensurada para o período de 1978 a 1992 como um todo

Os resultados encontrados por este autor mostram que quando mensurado o *turnover* em termos de médias das taxas de entrada e saída se aceita a igualdade de médias entre estes

padrões. Contudo quando se mensura a entrada e saída com base nas receitas das firmas que o resultado é diferente, permitindo se constatar que existem diferença é significativa entre estes padrões. Já para o caso onde se trabalha com estes indicadores de forma cumulativa o resultado é diferente, onde somente para a hipótese de entrada cumulativa o resultado é aceitar que não existe diferença entre as médias destes padrões.

Para a oitava hipótese, a qual afirma ser a turbulência no grupo das firmas já instaladas maior em padrões *Mark I* do que em padrões *Mark II*, forma construídas uma variável de curto prazo que seria obtida através do calculo da média das somas anuais das variações absolutas no *market share* de firmas ativa nos anos de 1978 e 1992, e uma variável de longo prazo, obtida através do calculo das médias das variações absoluta no *market share* das firmas ativas no período compreendido entre 1978 e 1992. Os resultados mostram que somente a somente a turbulência de curto prazo é significativamente diferente entre os padrões *Mark I* e *Mark II*.

Por fim para a nona hipótese, a qual afirma ser a contribuição dos entrantes para a o crescimento da produtividade é maior em padrões *Mark I* do que em padrões *Mark II*, a construção da variável a ser testada é realizada através do calculo da contribuição da entrada, saída e permanência de firmas para o crescimento da produtividade entre 1978 e 1992. Para a realização deste calculo Van Dijk (2002) citando Baldwin (1995), apresentou a seguinte equação de decomposição de crescimento da produtividade:

$$TOT = SHEN92(APEN92 - APEX78) + SHIN92(APC92 - APC78) + (SHIN92 - SHIN78)(APC78 - APEX78)$$

onde: SHEN92 é a parcela de trabalhadores das firmas entrantes no ano de 1992; SHIN92 e SHIN78 são as parcelas de trabalhadores das firmas ativas entre 1978 e 1992; APEN92 e APEX78 representam respectivamente, o valor adicionado por trabalhador para as firmas

entrantes em 1992 e que saíram em 1978 e APC78 e APC92 representam o valor adicionado por trabalhadores nas firmas ativas em 1978 e em 1992

Decomposto o crescimento da produtividade Van Dijk (2002) calculou, para cada indústria que apresentou um crescimento da produtividade positivo, três variáveis derivadas; uma que captura as mudanças na produtividade associada a entrada e saída de firmas no mercado; uma variável que representa o crescimento da produtividade para as firmas ativas entre 1978 e 1992 e uma que reflete as mudanças atuais na produtividade. Feito isto dividiu as três variáveis pela produtividade total dos fatores obtendo assim a contribuição que cada uma destas três variáveis tem sobre a produtividade total.

Os resultados encontrados por este autor mostram haver uma forte evidência que confirme a serem diferentes as contribuições das firmas entrantes e das já instaladas para padrões *Mark I* e *Mark II*. Contudo a hipótese de que as firmas entrantes e as já instaladas contribuiriam para o crescimento total da produtividade é não significativa, mostrando não haver diferença entre os padrões *Mark I* e *Mark II*.

A tabela abaixo apresenta uma síntese destas variáveis bem como dos resultados obtidos pelos testes realizados por Van Dijk (2002) na análise do comportamento dos setores industriais holandeses.

Tabela 13: Resultados dos Testes de Hipóteses Aplicados aos Setores Industriais Holandeses

	<i>Hipótese</i>	<i>Variável</i>	<i>Resultado</i>
1	A parcela de pequenas firmas é maior em setores SM-I do que em setores SM-II.	Participação pequenas firmas no total das firmas do setor	Rejeita H0

		Participação da receita de pequenas firmas no total das receitas do setor	Rejeita H0
2	Setores SM-I são menos concentrados do que setores SM-II	Índice de Herfindahl Hirschman	Rejeita H0
		Índice de Razão de Concentração Média	Rejeita H0
3	Setores SM-I apresentam barreiras a entrada mais fracas em setores SM-II	Índice de Margem de Investimento Médio	Aceita H0
		Índice de Tamanho Médio da Planta	Rejeita H0
4	Setores SM-I apresentam uma intensidade de capital menor do que setores SM-II	Entrada bem Sucedida	Aceita H0
5	As taxas de lucro são menores em setores SM-I do que em setores SM-II.	Taxa Média de Lucro	Rejeita H0
6	Em setores SM-I as firmas entrantes são mais produtivas que as já instaladas. Já em setores SM-II as firmas já estabelecidas são mais produtivas do que as entrantes.	Produtividade média relativa das firmas ativas entre 1978 - 1992	Aceita H0
		Produtividade média relativa das firmas entrantes	Aceita H0
7	Setores SM-I apresentam um <i>turnover</i> fruto da entrada e saída de firmas maior do que setores SM-II.	Taxa Média Anual de Entrada de Firms	Aceita H0
		Taxa Média Anual de Saída de Firms	Aceita H0
		Taxa Média Anual de Receita de Firms Entrantes	Rejeita H0
		Taxa Média Anual de Receita de Firms que Saíram do Mercado	Rejeita H0
		Taxa Média Cumulativa de Entrada de Firms	Aceita H0
		Taxa Média Cumulativa de Saída de Firms	Rejeita H0
		Taxa Média Cumulativa de Receita de Firms Entrantes	Rejeita H0
		Taxa Média Cumulativa de Receita de Firms que Saíram do Mercado	Rejeita H0
8	Setores SM-I apresentam uma maior turbulência entre o grupo das firmas incumbentes maior do que setores SM-II.	Turbulência de Curto Prazo	Rejeita H0
		Turbulência de Longo Prazo	Aceita H0
9	O crescimento da produtividade devido a entrada e saída de firmas é maior em setores SM-I do que setores SM-II. Já para setores SM-II a contribuição das firmas já instaladas para o aumento da produtividade é maior do que setores SM-I.	Mudanças na produtividade originadas pela diferença entre entrada e saída.	Rejeita H0
		Crescimento das produtividade devido as firmas ativas entre 1972 -1998	Rejeita H0
		Mudanças atuais na produtividade	Aceita H0

Fonte: Van Dijk (2000), p. 9-15

A análise conjunta destas nove hipóteses para o caso holandês deixa claro que a divisão das classes tecnológicas em estruturas *Mark I* e *Mark II*, para o caso holandês, se mostra significativa. Contudo uma crítica deve ser feita, pois ao associar indiscriminadamente os setores indústrias a uma classe tecnológica Van Dijk (2002) pode ter viesado a sua

amostra, pois mesmo que se espere um comportamento próximo dos setores industriais europeus, não se pode ignorar que estes possuem características próprias que podem afetar a classificação

Agora que apresentamos as hipóteses características propostas por Van Dijk (2002) para o estudo das classes tecnológicas holandesas, partiremos realizar uma análise similar para o caso brasileiro.

3.3 – Os Regimes Tecnológicos na Indústria Brasileira

A presente seção buscará identificar se a caracterização dos padrões de inovação dos setores industriais brasileiros em padrões *Mark I* e *Mark II* é estatisticamente significativa, ou seja, tentaremos identificar, tal como fez Van Dijk (2002) para os setores industriais holandeses, se podemos aceitar que existe uma diferença entre as médias de variáveis características destes regimes, garantindo assim que setores classificados em padrões diferentes apresentarão características diferentes. Com esse objetivo partiremos do mesmo conjunto de hipóteses características proposto por Van Dijk (2002) e realizaremos testes de igualdade de média entre os setores classificados como classificados em padrões *Mark I* e *Mark II*.

Desta foram a presente seção apresentará os dados e a metodologia utilizada para criar as variáveis associadas as hipóteses de Van Dijk (2002), bem como o resultado dos diversos testes de hipóteses aplicados a estas variáveis para permitir a verificação da igualdade ou não destas propriedades estruturais entre setores classificados em regimes diferentes.

3.3.1 – Metodologia e Base de Dados

Para construirmos as variáveis associadas às hipóteses características dos regimes tecnológicos tal como proposto por Van Dijk (2002), foram utilizados dados da Pesquisa da Indústria Anual (PIA), publicadas pelo IBGE, e da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), do Ministério do Trabalho e Emprego.

Para a construção destas variáveis características utilizaremos informações sobre todas as empresas do setor e não somente sobre as inovadoras, tal como fizemos para classificação dos setores industriais em padrões *Mark I* e *Mark II*. A opção por trabalhar com todas as empresas e não somente as inovadoras têm como objetivo captar, de forma mais precisa, se o comportamento das firmas do setor segue o proposto na teoria dos regimes tecnológicos e padrões de inovação e formalizado nas hipóteses características de Van Dijk (2002). Ou seja, iremos verificar se, a partir de uma classificação geradas com base nas características das empresas inovadores espelha as características inovativas do setor como um todo.

Antes de apresentarmos a base de dados vale pontuarmos uma diferença marcante entre nosso estudo e os desenvolvidos por Van Dijk (2002), pois enquanto este trabalha com o conceito de classes tecnológicas, nós trabalharemos com o conceito de setores industriais. Não foi possível trabalhar com as empresas agregadas por classes tecnológicas por não possuímos dados sobre as patentes das empresas industriais brasileiras, o que nos impede de definir precisamente qual a tecnologia predominante nas inovações, e por acreditarmos ser melhor trabalhar com setores industriais do que realizando uma classificação *ad hoc* dos setores industriais em classes tecnológicas.

Sobre as bases de dados que serão utilizadas, destacamos que a pesquisa da Indústria Anual (PIA) é publicada pelo IBGE, tendo como objetivo possibilitar, através da reunião de um conjunto de informações econômico-financeiras, a realização de análises sobre as estruturas básicas da atividade industrial no Brasil. Sua amostra abrange todo o território

nacional e seu público alvo são empresas com 5 ou mais funcionários ocupados; sendo suas informações disponibilizadas por setor industrial¹⁷ (CNAE)..

Já a RAIS é o instrumento de coleta de dados do Ministério do Trabalho e Emprego que tem por objetivo suprir as necessidades de controle da atividade trabalhista no Brasil, prover dados para elaboração de estatísticas do trabalho e disponibilizar informações sobre o mercado de trabalho (Ministério do Trabalho e Emprego¹⁸, 2011).. São obrigados a responder a RAIS todos os empregadores, sejam eles estabelecimentos comerciais, trabalhadores autônomos, profissionais liberais, órgãos vinculados a administração direta, ou seja, todos que possuem ao menos uma relação de trabalho formal. A base de dados da RAIS consiste no número de empregados que trabalham ou trabalharam no ano base desta pesquisa, sendo estes dados disponibilizados por CNAE e abrangendo o período de 1995 a 2005.

Como a RAIS apresenta as informações em níveis de estabelecimentos comerciais, optamos por na construção das variáveis associadas às hipóteses características dos regimes tecnológicos, agregar os dados da RAIS, passando a trabalhar com o conceito de firma e não estabelecimento. Definimos firma como uma matriz que pode possuir várias filiais (estabelecimentos), cada qual com um número empregado e CNPJ próprios, sendo que as filiais devem possuir o mesmo radical CNPJ da firma matriz. Conseqüentemente para encontrarmos o número de empregados de uma determinada firma agregamos o número de empregados de todos os estabelecimentos que possuíam o mesmo radical CNPJ¹⁹.

¹⁷ Para maiores detalhes sobre a PIA consultar: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/default.shtm,>, acesso em: 25/09/2011.

¹⁸ Para maiores detalhes consultar Ministério do Trabalho e Emprego, <www.rais.gov.br>; acesso em: 25.09.2011.

¹⁹ Como um exemplo simplificador suponha que tenhamos dois estabelecimentos com os seguintes CNPJ: 12.345.678/0000-00 e 12.345.678./1111-11, onde o primeiro possui 18 empregados e o segundo 12. Assim nesse contexto temos a firma: 12.345.678 a qual possui 30 empregados.

Um problema que surge desta metodologia é em qual setor CNAE classificar a firma que possui filiais enquadradas em mais de um setor CNAE. A solução deste problema, tal como em Van Dijk (2002), foi adotar como regra que a firma pertencerá ao setor CNAE do estabelecimento que apresentar maior número de empregados²⁰.

A partir destas duas bases de dados (PIA e RAIS) construímos as variáveis associadas a oito hipóteses características dos regimes tecnológicos. Devemos ressaltar que devido a não possuímos base de dados adequada, não foi possível construir variável associada a nona hipótese de Van Dijk (2002), que trata da contribuição das firmas entrantes e já instaladas para o aumento da produtividade. Com relação ao nível de agregação dos dados, sempre que possível construiremos estas variáveis considerando os setores classificados a 4 dígitos (CNAE 4), como forma melhor caracterizar entre o comportamento dos setores industriais brasileiros frente a estes padrões de inovação. .

Para a primeira hipótese, utilizando a base de dados da RAIS construímos a taxa média anual de participação de pequenas firmas no total de firmas do setor, sendo consideradas firmas pequenas aquelas que possuem menos de 100 empregados. Note que como nosso interesse é trabalhar com o conceito firmas, adotamos como critério adicional para a construção desta variável como critério excluir de nossa amostra as firmas que possuem menos de cinco empregados, de forma a evitarmos considerar como firmas as microempresas de base familiar ou até mesmo os trabalhadores autônomos.

Para segunda hipótese partindo dos dados disponibilizados pela PIA gerou-se o índice de Herfindahl para o período de 1995 a 2005. A partir destas construímos a taxa média de concentração para este período. Devemos ressaltar que os índices de Herfindhal forma obtidos

²⁰ No caso do exemplo simplificador acima a empresa 12.345.678 classificar-se-ia no mesmo CNAE do estabelecimento 12.345.678/0000-00, visto esta possui um número maior de empregados do que o estabelecimento 12.345.678/1111-11.

diretamente do IBGE via tabulação especial, o que permitiu construir este indicador a partir da base de microdados para depois se agregada por setor CNAE 4 dígitos.

Para a terceira hipótese relacionada optamos por utilizar a escala mínima eficiente como *proxy* para as barreiras a entrada. Assim partindo da base de dados da RAIS calculamos a mediana do número de empregados por setor industrial, identificamos aquelas firmas que estariam operando com o número de empregados abaixo do número de empregados mediano e calculamos a proporção dos empregados destas firmas em relação ao total de empregados do setor. Feito isso calculamos a média destas proporções entre 1995-2005, sendo esta a variável utilizada no teste. Note que esta variável é uma medida inversa de barreira a entrada, visto que quanto menor for, mais abaixo da escala mínima eficiente as firmas estariam operando e consequentemente mais fácil seria a entrada neste setor.

Como exemplo elucidativo da construção desta variável suponha que tenhamos um setor constituído por três firmas: a firma 1 emprega 130 empregados, a firma 2 emprega 140 e a firma 3 emprega 200. A mediana do número de empregados deste setor será 140, consequentemente temos que somente a firma 1 opera a baixo da escala mínima eficiente, sendo assim a variável barreira a entrada seria calculada da seguinte maneira: $130/(130 + 140 + 200)$.

Para a quarta hipótese que trata da diferença na intensidade de capital entre setores classificados em padrões *Mark I* e *Mark II* construímos a variável intensidade de capital, sendo esta a razão entre o estoque de capital e as receitas totais do setor. Para a construção desta variável, no entanto, tivemos de resolver o problema de como estimar a o estoque de capital, visto que esta informação não se encontra disponível na PIA nem em qualquer outra pesquisa industrial existente no Brasil.

Para construir a variável intensidade de capital é necessário em primeiro lugar estimar o estoque de capital dos setores industriais brasileiros, para posteriormente dividirmos este número pelas receitas setoriais, obtendo assim a intensidade de capital. Para a construção da série de estoque de capital, optamos por aplicar o método do estoque perpétuo conforme apresentado por em Alves & Reis (2008) e Ferreira & Guillén (2004). Este consiste, resumidamente²¹, em adicionarem-se ao estoque de capital depreciado existente os investimentos e a depreciação corrente. A fórmula abaixo representa a equação característica desse método:

$$K_{jt+1} = I_{jt} + (1 - \delta)K_{jt}$$

Onde: K_{jt+1} e K_{jt} são respectivamente os estoques de capital do setor j no período $t+1$ e t ; I_{jt} é o investimento do setor j no período t e δ é a taxa de depreciação.

Desta equação percebemos que para aplicarmos este método devemos ter uma estimativa para o estoque de capital inicial que servirá de base para todas as demais interações e conseqüentemente para o cálculo do estoque de capital dos demais anos. Nesse sentido utilizamos como valor inicial, o valor do estoque de capital depreciado calculado por Alves & Reis (2008) para o ano de 1995. A partir deste valor somaram os dados relativos a investimentos e subtraíram-se as baixas no ativo imobilizado, coletados na PIA.

Da aplicação deste método obtivemos uma série de estoque de capital, estimada por setor CNAE 3 dígitos, englobando o período de 1995 a 2005. Calculada esta série dividimos seus valores pelo valor das receitas setoriais totais, sendo esta razão a estimativa setorial de intensidade de capital. Para a realização do teste de hipótese utilizaremos a média da intensidade de capital entre 1996 - 2005.

²¹ Para um detalhamento completo sobre como utilizar o método do inventário perpétuo, ver Alves & Reis (2008).

Para quinta hipótese, que trata da diferença na lucratividade entre os setores SM-I e SM-II, a variável utilizada para a realização dos testes foi a média da lucratividade setorial entre 1995 a 2005. Esta lucratividade foi calculada com base nos dados das PIAs de 1995 a 2005, descontando do valor bruto da produção industrial os gastos com pessoal, serviços prestados por terceiros, matérias primas, consumo de combustíveis, consumo de energia elétrica e consumo de peças e acessórios e dividindo este saldo pelas receitas brutas do setor.

Para a sexta hipótese, a qual dispõe sobre a diferença de produtividade entre entrantes e incumbentes em setores classificados como *Mark I* e *Mark II*, não há como construir uma variável similar a construída por Van Dijk (2002) visto não haver como identificar, com base nos dados disponíveis na PIA, o valor da produtividade desagregado por empresas entrantes e incumbentes. Assim optamos por alterar esta hipótese trabalhando com a hipótese de haver diferença na produtividade entre os setores classificados em padrões *Mark I* e *Mark II*. Nesse sentido construímos uma *proxy* para a produtividade dividindo o valor bruto da transformação industrial pelo pessoal ocupado.

Para a sétima hipótese construímos a variável com base nas taxas de entrada e saída de firmas, por setor CNAE 4 dígitos para o período de 1995 a 2005. Consideramos como entrada o caso no qual uma firma declarou possuir zero empregados em um ano e no ano seguinte declarou existir pelo menos um empregado. Analogamente para a saída, consideremos aqueles casos em que uma determinada firma declarou possuir ao menos um empregado em um ano e nenhum empregado no ano seguinte. Depois de identificado o número de firmas que entraram e saíram do mercado dividimos este número pelo total de firmas do setor, encontrando assim a taxa de entrada e a taxa de saída.

Para a oitava hipótese, a qual afirma ser a turbulência entre as firmas incumbentes é maior em setores *Mark I* do que em setores *Mark II*, optamos por construir uma *proxy* para

esta variável com base no número de empregados, calculando a taxa média das diferenças. Note que esta opção não nos permite mensurar a turbulência entre as firmas entrantes e as já instaladas por grupo *Mark I* ou *Mark II*, somente a diferença na turbulência entre os setores.

O cálculo desta variável associada a esta oitava hipótese foi realizado da seguinte maneira: primeiro identificamos para o ano de 1995 aquelas firmas que se encontravam ativas (possuíam pelo menos um empregado) e checamos se esta ainda permanecia ativa nos demais anos até 2005. Depois calculamos a proporção de empregados destas firmas que encontravam-se ativas durante todo o período em relação ao total de empregados do setor e verificamos ano a ano o valor absoluto da diferença entre estes *shares* de empregados. Por fim tomamos a média destas diferenças para todo o período analisado, sendo esta a variável utilizada no teste.

A tabela abaixo apresenta uma síntese das variáveis utilizadas nos testes de hipótese que serão realizados na próxima seção.

Tabela 14: Síntese de Variáveis

Hipótese		Variável	Base de Dados	Nível de Agregação	Descrição
1	A parcela de firmas menores em setores SM-I é maior que em setores SM-II	Taxa Média de Participação de Pequenas Firms.	RAIS	CNAE 4	Participação de firmas com menos de 100 funcionários no total de firmas do setor.
2	A concentração em setores SM-I é menor do que em setores SM-II	Taxa Média de Concentração	PIA	CNAE 4	Índices de Herfindahl Setoriais
3	As barreiras a entrada são mais fracas em setores SM-I do que em setores SM-II	Taxa Média de Empresas Operando abaixo da escala mínima Eficiente.	RAIS	CNAE 4	Proporção dos empregados de firmas que operam abaixo da escala mínima eficiente em relação ao total de empregados do setor
4	A intensidade capital em setores SM-I menor do que em setores SM-II	Intensidade de Capital Média	PIA	CNAE 3	Razão entre o estoque de capital e as receitas setoriais.
5	As taxas de lucro de setores SM-I são menores do que as de setores SM-II	Taxa Média de Lucro	PIA	CNAE 4	Razão entre o Valor Bruto da Transformação Industrial (descontado dos gastos operacionais) e as receitas brutas
6	A produtividade de setores SM-I é maior do que a de setores SM-II	Taxa Média de Produtividade	PIA	CNAE 4	Razão entre o Valor Bruto da Transformação Industrial e o pessoal ocupado.
7	A taxa de entrada de setores SM-I é maior do que a de setores SM-II	Taxa Média de Entrada de Firms	RAIS	CNAE 4	Razão entre o número de entradas e o total de firmas do setor
	A taxa de saída de setores SM-I é maior do que a de setores SM-II	Taxa Média de Saídas de Firms	RAIS	CNAE 4	Razão entre o número de Saídas e o total de firmas do setor
8	A turbulência entre o grupo das firmas já instaladas é maior em setores SM-I do que em setores SM-II	Turbulência Média	RAIS	CNAE 4	Média das diferenças absolutas na proporção de empregos de firmas ativas em 1995.

Fonte: Elaboração Própria

3.3.2 – Testes de Hipóteses

Apresentadas as variáveis associadas e as oito hipóteses que nos permitirão verificar se o comportamento dos setores industriais brasileiros classificados padrões *Mark I* e *Mark II* existe diferença nas propriedades estruturais destes setores.. Contudo antes de realizarmos os testes para verificação sobre a igualdade das médias desta variáveis, faz-se necessário identificarmos se a variâncias entre grupos destes indicadores é igual.

Para testar a igualdade de variância aplicaremos, diferentemente de Van Dijk (2002), o teste de igualdade de variâncias de Levene. A diferença entre o teste igualdade de variâncias proposto por Levene e os testes usuais baseados na estatística F, é que mais robusto. Vale lembrar que por robustez do teste queremos dizer que, supondo amostras não normais, a probabilidade do erro tipo I é menor quanto mais robusto for o teste. Abaixo temos um resumo do teste de Levene criado a partir do trabalho de Forsythe & Brown (1974), no qual apresentamos as hipóteses nula e alternativa; a estatística do teste e a regra de decisão.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2$$

$$H_1 : \sigma_i^2 \neq \sigma_k^2, \text{ para pelo menos um par } (i, k)$$

$$W = \frac{(N - k) \sum_{i=1}^k N_i (Z_i - Z_{..})^2}{(K - 1) \sum_{l=1}^K \sum_{j=1}^{N_i} (Z_{ij} - Z_{i.})^2}$$

onde: W é o resultado do teste, k é o número de diferentes grupos que pertencem a amostra, N é o número total de amostras, N_i é o número de amostras no grupo i;

$$Z_{ij} \begin{cases} |Y_{ij} - \bar{Y}_l|, \text{ onde } \bar{Y}_l \text{ é a média do } i - \text{ésimo grupo} \\ |Y_{ij} - \tilde{Y}_i|, \text{ onde } \tilde{Y}_i \text{ é a média do } i - \text{ésimo grupo} \end{cases}, \quad Z_{..} = \frac{1}{N} \sum_{l=1}^K \sum_{j=1}^{N_i} Z_{ij},$$

é a media de todos os grupo Z_{ij} e $Z_{i.} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N_i} Z_{ij}$, é a media do grupo Z_{ij} pelo grupo i.

$$W \sim F(a, k - 1; N - K) .$$

A tabela abaixo apresenta o resultado dos testes de igualdade de variância entre as variáveis para os setores industriais brasileiros classificados de acordo com seus padrões de inovação *Mark I* e *Mark II*.

Tabela 15: Resultados dos Testes de Igualdade de Variâncias

	Hipótese	Estatística W Observada	P-Valor	Resultado ¹
1	A parcela de firmas menores em setores SM-I é maior que em setores SM-II	7,1821	0,0080	Rejeita H0
2	A concentração em setores SM-I é menor do que em setores SM-II	2,2325	0,1368	Aceita H0
3	As barreiras a entrada são mais fracas em setores SM-I do que em setores SM-II	3,4980	0,0706	Aceita H0
4	A intensidade capital em setores SM-I do que em setores SM-II	3,3301	0,0774	Aceita H0
5	As taxas de lucro de setores SM-I são menores do que as de setores SM-II	13,2268	0,0004	Rejeita H0
6	A produtividade de setores SM-I é maior do que a de setores SM-II	0,1137	0,7363	Aceita H0
7	A taxa de entrada de setores SM-I é maior do que a de setores SM-II	0,2490	0,6184	Aceita H0
	A taxa de saída de setores SM-I é maior do que a de setores SM-II	6,2361	0,0133	Rejeita H0
8	A turbulência (turnover) entre o grupo das firmas já instaladas é maior em setores SM-I do que em setores SM-II	0,8839	0,3483	Aceita H0

1 - Ao nível de 5%

Fonte: Elaboração Própria

Deste resultado temos que para as variáveis nas quais aceitamos H0, ou seja, aceitamos que há a igualdade entre a variância dos grupos utilizaremos o teste de igualdade de

média em sua versão “normal”. Já para os casos onde se rejeita a hipótese nula, serão aplicados os testes de igualdade de média ajustados para a presença de variâncias desiguais nas quais se adotam os graus de liberdade de Satterthwaite.

Para os testes de igualdade de média consideraremos como hipótese nula que a diferença entre as médias é igual a zero, ou seja, $H_0 = \text{média (SM - I)} - \text{Média (SM - II)} = 0$, assim caso rejeitamos a hipótese nula, aceitamos que estatisticamente a diferença de médias é significativa. A tabela abaixo apresenta estes resultados.

Tabela 16: Resultados para Testes de Hipóteses para Igualdades de Médias

	Hipótese	Estatística t	Média (Erro Padrão) SM-I	Média (Erro Padrão) SM-II	P- Valor (Diferença > 0)	P- Valor (Diferença < 0)
1	A parcela de firmas menores em setores SM-I é maior que em setores SM-II	3,2353	0,576 (0,0153)	0,502 (0,0168)	0,0007	-
2	A concentração em setores SM-I é menor do que em setores SM-II	-1,4928	0,169 (0,1813)	0,208 (0,1741)	-	0,0686
3	As barreiras à entrada são mais fracas em setores SM-I do que em setores SM-II	-1,1246	0,086 (0,0045)	0,094 (0,0056)	0,8690	-
4	A intensidade capital em setores SM-I menor do que em setores SM-II	-1,0782	0,156 (0,0348)	0,218 (0,1778)	-	0,1445
5	As taxas de lucro de setores SM-I são menores do que as de setores SM-II	-2,7757	0,352 (0,0118)	0,423 (0,2504)	-	0,0031
6	A produtividade de setores SM-I é maior do que a de setores SM-II	0,1424	192,648 (29,104)	188,128 (17,250)	0,4435	-
7	A taxa de entrada de setores SM-I é maior do que a de setores SM-II	0,2323	0,051 (0,0018)	0,050 (0,0018)	0,4083	-
	A taxa de saída de setores SM-I é maior do que a de setores SM-II	-1,1019	0,054 (0,0021)	0,571 (0,0026)	0,8641	-
8	A turbulência entre o grupo das firmas já instaladas é maior em setores SM-I do que em setores SM-II	0,2579	0,147 (0,0070)	0,145 (0,0060)	0,3984	-

Nota: Consideramos para estas análises um nível de significância de 5%.

Fonte: Elaboração própria.

Da tabela acima, percebemos para a hipótese 1 os setores classificados em padrões *Mark II* apresentam uma parcela de firmas pequenas significativamente maior do que setores classificados como *Mark I*. Tal afirmação se dá devido a rejeitamos a hipótese nula ao nível de 5%. Já para a segunda hipótese, o resultado do teste mostra não haver diferença significativa entre as médias da concentração dos setores classificados em padrões *Mark I* ou *Mark II*, ao nível de 5%. Mesmo resultado é encontrado quando analisamos a terceira e a quarta hipóteses, nas quais não há evidências estatísticas que comprovem, para o caso brasileiro, a hipótese de que setores classificados como *Mark I* possuem barreiras a entrada mais fracas do que em setores classificados como *Mark II*, nem que a intensidade de capital em setores *Mark I* é maior do que em setores *Mark II*.

Para a quinta hipótese o teste de igualdade de médias nos permite concluir que a média das taxas de lucro dos setores classificados em padrões *Mark I* são menores que a média das taxas de lucro dos setores classificados como *Mark II*. Já para a sexta e a sétima hipóteses o resultado encontrado não nos permite afirmar que a diferença na produtividade e nas taxas de entrada e saída sejam estatisticamente significante, visto aceitarmos a hipótese de igualdade entre as médias. Mesmo resultado é encontrado para a oitava hipótese, a qual nos mostra não haver evidências que confirme a turbulência em setores *Mark I* é maior do que a turbulência em setores *Mark II*.

Através da análise destas oito hipóteses características construídas para os setores industriais brasileiros, somos forçados a questionar se a aplicação desta taxonomia é efetiva para o caso brasileiro, visto que os resultados encontrados além de seguirem na direção contrária ao proposto pela teoria, não demonstram haver diferenças significativas nas propriedades estruturais de setores classificados em padrões diferentes.

Sobre este resultado devemos observar que diversos estudos realizados para o comportamento dos setores industriais brasileiros concluem que estes são caracterizados por um baixo esforço tecnológico. Nesse sentido para classificarmos os setores industriais brasileiro optamos por utilizar somente variáveis relacionadas as empresas inovadoras para melhor captar as características inovativas da indústria brasileira e assim obter uma melhor classificação dos setores em estruturas SM-I e SM-II. Porém para a realização dos testes adotamos como critério utilizar todas as empresas sem distinguir entre inovadoras ou não inovadoras, de forma a melhor analisar o comportamento dos setores industriais brasileiros.

Desta forma este resultado contrário a utilização da teoria dos padrões de inovação para os setores industriais brasileiros nos permite confirma dois fatos estilizados para a análise dos setores industriais brasileiros. O primeiro diz respeito justamente ao fato de que na indústria brasileira se observa um baixo esforço tecnológico, o que se reflete em reduzidas taxas de inovação e que a reduzida atividade inovativa.

Desta forma a era de se esperar aplicação de metodologias criadas para a classificação dos padrões de inovação de países com indústria madura e na fronteira da geração de conhecimento técnico não apresentasse os mesmos resultados quando aplicadas a países em desenvolvimento, cuja atividade inovativa é fraca. Note que esta diferença reforça a ideia de que características próprias dos setores industriais afetam a forma como a atividade inovativa é conduzida e conseqüentemente a caracterização dos regimes tecnológicos nos quais estas firmas encontram-se inserido e os padrões de inovação por elas seguidos.

Considerações Finais

O Presente trabalho buscou analisar empiricamente o comportamento dos setores industriais brasileiros sob a ótica dos regimes tecnológicos e padrões de inovação. Esta abordagem foi escolhida por nos permitir a partir da análise das características inovativas próprias de cada setor industrial identificar e classificar os padrões de inovação setoriais da indústria brasileira.

Desta forma podemos sintetizar os objetivos deste trabalho em: classificar os setores industriais brasileiros em padrões Schumpeter *Mark I* e Schumpeter *Mark II*, tal como proposto por Malerba & Orsenigo (1995; 1997) e formalizado empiricamente por Breschi et al. (2000) e verificar se, depois para os setores classificados como *Mark I* e *Mark II*, existiria diferença entre as propriedades estruturais destes setores.

Com o intuito de alcançar estes objetivos o primeiro capítulo desta dissertação tratou de fazer uma breve revisão de literatura, focando não só no conceito de regimes tecnológicos e padrões de inovação, mas também em conceitos oriundos da teoria evolucionária (neoschumpeteriana) que serviram de base daquelas teorias. Nesse sentido apresentamos o conceito de paradigmas e trajetórias tecnológicas propostas por Dosi (1982) que em conjunto com a caracterização do ambiente inovativo em regimes tecnológicos, proposto por Nelson & Winter (1982), servem de base para Winter (1984) que partindo dos conceitos de destruição e acumulação criadora classificou estes ambientes em um regime empreendedor, no qual a atividade inovativa é conduzida predominantemente por agentes externos (novos inovadores), e em um regime rotinizado, no qual as empresas já estabelecidas figuram como principais agentes na condução do processo inovativo.

A partir destas caracterizações Malerba & Orsenigo (1995; 1997) formulam o conceito de padrões de inovação Schumpeter *Mark I* e Schumpeter *Mark II*, que são definidos como uma combinação das condições oportunidade, apropriabilidade, cumulatividade do conhecimento tecnológico e características da base do conhecimento. No padrão *Mark I* a atividade inovativa é conduzida por novos inovadores que ao entrarem no mercado introduzem novas ideias e produtos, deslocando assim os antigos inovadores em um processo de destruição criativa. Já no padrão *Mark II* a temos características completamente diferentes com a atividade inovativa sendo conduzida por grandes empresas que devido a possuírem maiores competências conseguem bloquear a entrada de novos inovadores o que caracteriza um processo de acumulação criadora.

A partir desta definição teórica Breschi et al. (2000) procuram corporificar estas condições e características em um conjunto de indicadores que lhes permita identificar o padrão de inovação seguido por determinada classe tecnológica. Estes autores optam por trabalhar com indicadores de entrada de inovadores, concentração na atividade inovativa e estabilidade na hierarquia dos inovadores líderes, os quais refletem de maneira clara as condições tecnológicas e características da base do conhecimento. Os autores afirmam, por exemplo, que em ambientes com elevada cumulatividade, serão marcados por elevadas condições de concentração na atividade inovativa e estabilidade dos inovadores em contraposição e reduzida entrada de novos inovadores.

A partir destes indicadores Breschi et al. (2000) aplicam modelo de componentes principais que lhes permite criar uma quarta variável que capture grande parte da variação das variáveis originais e cuja função é justamente ser uma espécie de indicadora do padrão seguido pela classe tecnológica. Assim estes autores afirmam que nos casos em que esta

variável for negativa (e pequena) os setores seguirão um padrão SM-I, já quando forem positivas (e grandes) seguirão um padrão SM-II.

Neste trabalho optamos por construir um modelo de classificação próximo ao desenvolvido por Breschi et al. (2000). Assim buscamos a partir de microdados setoriais disponibilizados pela PINTEC construir, para as empresas inovadoras, indicadores de concentração, entrada e estabilidade de inovadores, que nos permitirão a partir da análise dos componentes principais gerar uma variável indicativa do padrão de inovação tal como proposto por Breschi et al. (2000). Na construção destas variáveis destacam-se duas diferenças fundamentais entre nosso estudo e o dos autores de referência. A primeira reside na base de dados utilizada, pois estes autores constroem estes indicadores a partir dos dados de patentes e em nosso estudo utilizamos dados econômico-financeiros das empresas inovadoras. A segunda diferença diz respeito ao nível de agregação dos dados que em nosso trabalho é setorial e não por classe tecnológica como proposto por Breschi et al. (2000).

No universo dos estudos empíricos aplicados a classificação de padrões setoriais de inovação, este trabalho é um dos pioneiros na tentativa de classificar os setores industriais brasileiros de acordo com os padrões de inovação SM-I e SM-II e também na utilização de dados econômico-financeiros de empresas inovadoras para o estudo dos regimes tecnológicos. Em especial destacamos a variável receita de inovadores, a qual foi criada a partir dos dados de receita bruta das firmas, disponibilizado pela PIA, e da parcela desta receita atribuída ao novo produto e/ou processo, disponibilizado pela PINTEC. Esta variável é a chave para a construção dos indicadores de concentração na atividade inovativa e estabilidade de inovadores líderes que serão fundamentais na classificação dos setores industriais.

Da aplicação do modelo de componentes principais obtivemos uma primeira componente capaz de explicar 53% da variação da amostra, o que nos permitiu gerar a

variável indicadora do padrão de inovação seguido pelo setor industrial. A análise desta variável nos forneceu 14 setores SM-I e 55 setores SM-II. A partir desta classificação dos setores com base nas componentes principais aplicamos o modelo de análise discriminantes para verificar possíveis erros de classificação.

A utilização das análises discriminantes em conjunto com as componentes principais nos permitiu avançar em relação ao trabalho realizado por Breschi et al. (2000) e Malerba & Orsenigo (1995; 1997) na tentativa de classificar os padrões de inovação setoriais. Isso porque além de classificarmos os setores, a utilização das análises discriminantes nos permitiu avaliar se o comportamento das variáveis relacionadas às características dos regimes tecnológicos dos setores SM-I e SM-II estavam de acordo com as relações propostas teoricamente e também identificar se havia erros de classificação,

Toda a análise discriminante foi efetuada com base nas variáveis indicativas das características dos regimes tecnológicos, ou seja, nas variáveis que expressam as condições de oportunidade, apropriabilidade e cumulatividade da atividade inovativa bem como as características da base do conhecimento. Desta forma foi possível identificar que para os setores classificados como SM-I as relações entre as variáveis relacionadas a condição de cumulatividade e a ciência básica apresentavam uma relação inversa a proposta teoricamente. Estas relações mostravam que quanto maiores estas variáveis, maior a probabilidade dos setores serem classificados como SM-I, sendo que na realidade a relação deveria ser inversa, ou seja, quanto maiores estas variáveis, menor a probabilidade de seguirem um padrão SM-I.

Assim como havia esta contradição entre as relações propostas pela teoria e as encontradas empiricamente, optamos por fazer um diagnóstico da classificação com base nas funções discriminantes de Fisher, calculando assim para cada setor industrial os *scores* discriminante associados aos setores SM-I e SM-II e verificando a relação entre eles. Desta

foram obtivemos que dos 14 setores originalmente classificados com SM-I, 3 deveriam ter sido classificados como SM-II e dos 55 setores classificados como SM-II, 7 deveriam ter sido classificados como SM-I.

Após ajustarmos os erros de classificação calculamos novamente os coeficientes discriminantes associados as variáveis características dos regimes tecnológicos de setores SM-I e SM-II e encontramos resultados em linha com o proposto teoricamente. Diante disto adotamos esta classificação como correta. Se analisarmos os setores classificados com o SM-I e SM-II perceberemos que setores que apresentam uma maior participação de novos inovadores, como os setores farmacêutico e de fabricação de maquinas e equipamentos encontram-se classificados como SM-I e setores cuja atividade inovativa encontra-se com atividade inovativa concentrada nas mãos de grandes empresa, como o petrolífero e de extração de minérios, encontram-se classificados como SM-II.

Com relação à análise dos setores industriais classificados de acordo com os padrões de inovação, devemos lembra que neste trabalho adotamos a definição de inovação utilizada pelo IBGE, com base no Manual de Oslo. Assim uma empresa inovadora não é somente aquela que desenvolve um novo produto e/ou processo, mas é também aquela que copia a inovação de outras empresas, que importa a inovação pronta de países mais desenvolvidos, entre tantas outras formas que não seriam consideradas, do ponto de vista teórico, uma inovação efetiva. Tal fato deve ser lembrado ao analisar estes setores, pois muitas vezes o que se imaginaria ser um erro de classificação é apenas uma deficiência no conceito de inovação definidos pelos órgãos oficiais.

Após classificados os setores industriais de acordo com os seus padrões de inovação partimos, no terceiro capítulo, para verificar se existe diferença nas características estruturais de setores classificados como SM-I e SM-II. Assim partimos do trabalho desenvolvido por

Van Dijk (2002), o qual tenta fazer a mesma verificação através da realização de testes de igualdade de médias para um conjunto de hipótese, que segundo ele, expressam as principais características estruturais das classes tecnológicas holandesas.

Em seu trabalho, Van Dijk (2002) classifica a indústria holandesa nas classes tecnológicas com propostas por Breschi et al. (2000) e Malerba & Orsenigo (1995; 1997), não utilizando-se para isso de qualquer modelo empíricos. Ou seja, para tal classificação este autor faz somente uma associação arbitrária entre setor industrial e classe tecnológica. Depois de realizada esta associação, Van Dijk (2002) elabora um conjunto de hipóteses características sobre as quais aplica testes de igualdade de variância e média e verifica. Desta análise o autor conclui ser significava as diferenças estruturais entre os setores classificados em regimes tecnológicos diferentes.

Desta forma neste trabalho construímos hipóteses e variáveis similares às criadas por Van Dijk (2002). Para a construção destas hipóteses utilizamos basicamente dados disponibilizados estruturais disponibilizados pela PIA e dados sobre o número de empregados disponibilizado pela Rais, estes nos permitiram criar os indicadores setoriais de participação de pequenas firmas, concentração, barreiras a entrada, lucratividade, entrada e saída e turbulência entre firmas. Tais indicadores foram construídos em sua maioria agregados por CNAE 4 dígitos, o que nos permite captar de forma mais precisa o comportamento dos setores industriais. Depois de construídos estes indicadores, aplicamos os testes de igualdade de variância e média.

Embora nossa metodologia tenha sido similar a de Van Dijk (2002), os resultados encontrados foram completamente diferente. Para o caso brasileiro os resultados encontrados, em sua maioria, não confirmam existir diferenças entre as características estruturais dos

setores classificados em regimes tecnológicos diferentes. Este resultado, aparente contrário a nossa tentativa de classificar os setores industriais de acordo com seus padrões de inovação pode ter sido gerado tanto por fatores metodológicos como pelas próprias características da indústria e do processo de industrialização brasileira.

Do ponto de vista metodológico destacamos algumas diferenças fundamentais entre nossos estudos e os estudos de Breschi et al. (2000), Malerba & Orsenigo (1995; 1997) e Van Dijk (2002) que podem levar a estes resultados diferentes. Em primeiro lugar destaca-se a diferença na forma de agregação, pois em nosso estudo analisamos os setores industriais e não classes tecnológicas. Ao utilizarem classes tecnológicas estes autores perdem informações sobre as características específicas dos setores industrial por englobarem em uma mesma classe tecnológica diversos setores, em contrapartida ganham por ter seus dados agregados com base em critérios relacionados a atividade inovativa.

Outra diferença são com relação as variáveis utilizadas para efetuar a classificação e os testes de hipóteses. Como já destacado neste trabalho utilizamos dados econômico financeiros das empresas inovadoras para criar os indicadores de concentração, estabilidade e entrada de novos inovadores, enquanto os demais trabalhos se utilizaram de dados sobre patentes. Nossos dados foram obtidos diretamente da PINTEC, que tem como instrumento de coleta questionários enviado as empresas da amostra, nesse sentido como a inovação é uma variável estratégia de algumas empresas e em certa medida de difícil entendimento por algumas empresas (em especial as pequenas e médias), não há como garantir que estas respostas espelham da melhor maneira possível a atividade inovativa das empresas.

Na aplicação dos testes de hipótese utilizamos dados sobre todas as empresas do setor e não somente sobre as empresas inovadoras como utilizamos para a classificação dos setores industriais. Ou seja, os testes de hipótese foram aplicados sobre empresas inovadoras e não

inovadoras; o que além de uma diferença pode ser considerado um avanço em relação aos estudos de Van Dijk (2002), pois este utiliza em seus testes somente dados sobre empresas inovadoras classificadas em classes tecnológicas.

Ao analisarmos estes resultados sob a ótica da indústria e do processo de industrialização brasileiro torna-se mais claro a existência destas diferenças em relação aos estudos de referência. Quanto a isso cabe destacar em primeiro lugar que os trabalhos de referência foram aplicados a países desenvolvidos europeus caracterizados pela existência de uma indústria madura e tecnologicamente bem sucedidas. Já o Brasil é caracterizado por um processo de industrialização tardia focado em setores com de pouca tradição inovadora e cujas indústrias somente foram aproximar-se das de países com uma maior tradição após a abertura comercial na década de 1990, sem nunca conseguir ser considerado um país de fronteira na inovação tecnológica.

Neste processo de industrialização e *catching up* pós década de 1990, o Brasil sempre apresentou reduzidos níveis de esforço tecnológico, onde mesmo os setores com maior oportunidades tecnológicas apresentam pequenos investimentos em pesquisa e desenvolvimento, importando toda a tecnologia necessária para seu desenvolvimento (Gonçalves & Simões, 2005, p.426). Ou seja, os setores industriais brasileiros em geral não são inovadores, e a grande maioria das inovações adotadas no país já foram implementadas por outras empresas. Vale destacar que este modelo de importar tecnologia por si só não é maléfico a atividade inovativa, pois vários países que superaram o atraso tecnológico o fizeram importando tecnologia, contudo em conjunto a isso buscaram o desenvolvimento tecnológico próprio.

Assim estas diferenças metodológicas e estruturais da indústria brasileira podem justificar, em grande medida, o resultados destes testes de hipóteses não favoráveis a

separação dos setores tecnológicos em padrões de inovação SM-I e SM-II. Contudo para termos a convicção de que esta separação é irrelevante para o caso brasileiro deveríamos avançar mais nas questões metodológicas, replicando este estudo para novos conjuntos de variáveis e até desenvolvendo novas hipóteses características de regimes tecnológicos e até outro grupo de indicadores para classificar os padrões de inovação. Pois somente aprofundando nestas questões poderemos ter a certeza de que estes resultados são consequência das características dos setores industriais brasileiros.

Este trabalho visou contribuir para o estudo das características da atividade inovativa brasileira, buscando classificar a partir de uma base empírica os setores industriais brasileiros. Embora acreditemos que a classificação efetuada neste trabalho é correta e possui significância prática, testes de hipótese não confirmam a diferença entre propriedades estruturais de setores classificados em regimes diferentes. Mesmo com este resultado negativo, este trabalho tentou fornecer uma nova ótica a atividade inovativa e fornecer elementos para estudos similares aplicados para o Brasil e demais países em desenvolvimento.

Bibliografia

Acs, Z. J., Audretsch, D. B. (1988). Innovation in Large and Small Firms: an Empirical Analysis. *American Economic Review*, vol. 78, no. 4, 678-690.

Afif, A., Clark, V. A., May, S. (2004), *Computer-Aided Multivariate Analysis*, 4 ed., Chapman & Hall/CRC

Albuquerque, E. M. (2006), A Apropriabilidade dos Frutos do Progresso Técnico, in: Pelaez, V., Szmrecsányi, T. (Org.), *Economia da Inovação Tecnológica: São Paulo – Hucitec: Ordem dos Economistas do Brasil*, cap. 10

Alves, P., Silva, A. M. (2008) Estimativa do Estoque de Capital das Empresas Industriais Brasileiras, Ipea, Texto para Discussão N° 1325, Brasília, 26 p.

Baldwin, J., (1995), *The Dynamics of Industrial Competition: A North American Perspective*, Cambridge University Press: Cambridge.

Breschi, S., Malerba, F., Orsenigo, L. (2000), Technological regimes and Schumpeterian patterns of innovation, *Economic Journal*, 110, pp. 388-410

Brown, M. B., (1974), Robust Tests for the Equality of Variances, *Journal of the American Statistical Association*, v. 69, No. 346, pp. 364-367

Casella, G., Berger, R. (2002), *Statistical Inference*, 2nd Edition, Thompson Learning.

Cohen, W. M., Levin, R. C. (1989). Empirical studies of innovation and market structure. In (R. Schmalensee and R. Willig, eds.) *Handbook of Industrial Organization*, pp. 1059-107, Amsterdam: North Holland.

Davidson, R. MacKinnonm J. G. (2004). *Econometric Theory and Methods*, Oxford University Press, New York.

Dosi, G. (1982). Technological Paradigms and Technological Trajectories. a Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change.' *Research Policy*, V. 11, no. 3, pp. 147-62.

_____, (1984), *Technological Change and Industrial Transformation*; Londres; Macmillan, 338 p.

_____, (1988), *Source, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation*; *Journal of Economic Literature*, v. 26, pp. 1120-71.

Dosi, G., Malerba, F., Orsenigo, L. (1994), *Evolutionary regimes and industrial dynamics*, in: In Magnusson, L. (ed), *Evolutionary and Neo-Schumpeterian Approaches to Economics*. Boston and Dordrecht: Kluwer Academic, cap. 7.

Dosi, G., Marsili, O., Orsenigo, L. Salvatore, R. (1995). 'Technological regime, selection and market structure.' *Small Business Economics*, vol. 7, no. 4, pp. 411 -36.

Façanha, L. O., Resende, M. (2004), *Dinâmica Multisetorial da Indústria Brasileira: um Estudo Empírico*, *Est. Econ.*, vol. 34, São Paulo, 693-723.

Felipe, J., Resende, M. (1996), *A multivariate Approach to the Measurement of Development: Asia and Latin America*, *The Journal of Developing Areas*, 28 p.

Ferreira, P. C., Guillén, O. T. C. (2002), *Estrutura Competitiva, Produtividade Industrial e Liberalização Comercial no Brasil*, Banco Central do Brasil, Trabalho para Discussão no. 44, 26 p.

Fisher, R. A. 1936. 'The use of multiple measurements in taxonomic problems', *Annals of Eugenics*, 7:179-188.

Fonfría A, Granda I (1999). *Innovación y Tecnología: Una contrastación empírica de los regímenes tecnológicos Schumpeterianos*. *Información Comercial Española*, vol. 781; p. 27-43.

Garcia. R., (2001), *A importância da dimensão local da inovação e a formação de clusters em setores de alta tecnologia*, *Estudos FEE*, v. 22, n. 1, p. 115 -142.

Gonçalves, E., Simões, R. (2005), *Padrões de Esforço Tecnológico da Indústria Brasileira: Uma Análise Setorial a Partir de Técnicas Multivariadas*, *Revista de Economia*, vol. 6, no. 2, pp. 391 - 433.

Guidolin, S. M.(2007), *Inovação, Estrutura e Dinâmica Industrial: Um Mapeamento Empírico dos Regimes Tecnológicos da Indústria Brasileira*, Porto Alegre: Faculdade de Ciências

Econômicas – UFRGS, Programa de Pós-Graduação em Economia. (Dissertação de Mestrado).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2000). Pesquisa Industrial Anual 2000, Rio de Janeiro.

_____, (2003). Pesquisa Industrial Anual 2003, Rio de Janeiro.

_____, (2005). Pesquisa Industrial Anual 2003, Rio de Janeiro.

_____. (2000). Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2000, Rio de Janeiro.

_____. (2003). Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (2003), Rio de Janeiro.

_____. (2005). Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (2005), Rio de Janeiro.

_____. (2008). Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (2005), Rio de Janeiro.

Jackson, J.E. (1991). A User's Guide to Principal Components., New York: Wiley.

Jolliffe, I.T. (2002). Principal Component Analysis, Nova Iorque: 2nd ed, Springer Series in Statistics..

Johnson, R. A., Wichern, D. W. (2002), Applied Multivariate Statistical Analysis, 5 ed., Prentice Hall, New York

Jovanovic, B. (1982), Selection and the Evolution of Industry, Econometrica, vol.50, No. 3, 649-670.

Kamien, M. and Schwartz, N. (1982): Market Structure and Innovation. Cambridge: Cambridge University Press.

Malerba, F., Orsenigo, L. (1990). Technological regimes and patterns of innovation: a theoretical and empirical investigation of the Italian case'. In (A. Heertje and M. Perlman, eds.) *Evolving Technologies and Market Structure*, pp. 283-306, Ann Arbor: Michigan University Press.

_____. (1993). Technological regimes and firm behaviour. *Industrial and Corporate Change*, vol. 2, no. 1, pp. 45-71.

_____. (1994), Schumpeterian patterns of innovation, *Cambridge Journal of Economics*, 19, 47-65

_____ (1997), Technological Regimes and Sectorial Patterns of Innovative Activities; *Oxford Journal*, vol. 6, N° 1, 83-117

Manly, B. F. J. (1994). *Multivariate statistical methods*. London: Chapman & Hall.

Marsalli, O. (1999). *Technological Regimes: Theory and Evidence*; ECIS, Eindhoven University of Technology, 33 p.

Marsalli, O., Verspagen, B. (2001), *Technological Regimes and Innovation: Looking for Regularities in Dutch Manufacturing*; ECIS, Eindhoven University of Technology, 41 p.

Nelson, R., Winter, S. (1977): In search of a useful theory of innovation. *Research Policy* vol. 6. Pp. 36-76.

_____. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.

OSLO manual (1997): proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. Paris: OECD: Statistical Office of the European Communities, 122 p.

Resende, M. (1995) On the characterization of the market structure in U.S. industry: a principal components analysis. *Economia*, 19, p. 87-94.

Rodrigues, D. A.; Façanha, L. O. (1992). Indústria brasileira na década de 70: interpretação de resultados de estatística multivariada e de aspectos da dinâmica concorrencial. *Revista Brasileira de Economia*, 46, p. 447-476.

Rosenberg, N. (1976): "Perspectives on technology". Cambridge: Cambridge University Press.

Salerno, M. S., De Negri, J.A. (2005), Inovação, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras, Brasília: Ipea.

Schmookler, J. (1966). Invention and Economic Growth. Cambridge: Harvard University Press.

Schumpeter (1984); Capitalismo, Socialismo e Democracia, Zahar Editores: RJ

_____ (1982). A Teoria da Dinâmica Econômica: Uma Investigação sobre Lucros, Capital, Crédito, Juros e Ciclo Econômico, 3. ed. São Paulo, Nova Cultura.

Van Dijk, M. (2002), Technological Change and the Dynamics of Industries, Amsterdam: North-Holland

_____, (2000), Technological Regimes and Industrial Dynamics: the Evidence from Dutch Manufacturing, Industrial and Corporate Change, vol. 9, no. 2, 22p.

Viotti, E. B. (2002), National Learning System: A New Approach on Technological Change in Late Industrializing Economics and Evidences from the cases of Brazil and South Korea. Technological Forecasting and Social Change, v. 69, pp.653-680.

Winter, S. (1984). Schumpeterian Competition in Alternative Technological Regimes. Journal of Economic Behavior and Organization, vol. 5, pp. 287-320.

Winter, S. G. (1987). 'Knowledge and competence as strategic assets'. In (D. J. Teece, ed.) The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal, pp. 159-84, Cambridge Mass.: Ballinger.

ZUCOLOTO, F. G. (2004) Inovação tecnológica na indústria brasileira: uma análise setorial. São Paulo: FEA-USP, Departamento de Pós-Graduação, (Dissertação de Mestrado)

ANEXOS:

Anexo 1: Variáveis Utilizadas para Construção dos Indicadores Característicos dos Regimes Tecnológicos.

OPORTUNIDADE TECNOLÓGICA:

V110	Importância de outra empresa do grupo, como fonte de informação para o desenvolvimento de produtos e/ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados	1	Alta
		2	Média
		3	Baixa
		4	Não desenvolveu
V111	Importância de fornecedores de máquina, equipamentos, materiais, componentes ou softwares, como fonte de informação para o desenvolvimento de produtos e/ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados	1	Alta
		2	Média
		3	Baixa
		4	Não desenvolveu
V112	Importância de clientes ou consumidores, como fonte de informação para o desenvolvimento de produtos e/ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados	1	Alta
		2	Média
		3	Baixa
		4	Não desenvolveu
V114	Importância de empresas de consultoria e consultores independentes, como fonte de informação para o desenvolvimento de produtos e/ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados	1	Alta
		2	Média
		3	Baixa
		4	Não desenvolveu
V115	Importância de universidades ou institutos de pesquisa, como fonte de informação para o desenvolvimento de produtos e/ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados	1	Alta
		2	Média
		3	Baixa
		4	Não desenvolveu
V116	Importância de centros de capacitação profissional e assistência técnica, como fonte de informação para o desenvolvimento de produtos e/ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados	1	Alta
		2	Média
		3	Baixa
		4	Não desenvolveu

APRORPIABILIDADE

V163	A empresa utilizou patente de invenção para proteger as inovações de produto e/ou processo desenvolvidas	1	Sim
		2	Não
V164	A empresa utilizou patente de modelo de utilidade para proteger as inovações de produto e/ou processo desenvolvidas	1	Sim
		2	Não
V165	A empresa utilizou registro de desenho industrial para proteger as inovações de produto e/ou processo desenvolvidas	1	Sim
		2	Não
V166	A empresa utilizou marcas para proteger as inovações de produto e/ou processo desenvolvidas	1	Sim
		2	Não
V167	A empresa utilizou direitos de autor para proteger as inovações de produto e/ou processo desenvolvidas	1	Sim
		2	Não
V168	A empresa utilizou complexidade no desenho do produto para proteger as inovações de produto e/ou processo desenvolvidas	1	Sim
		2	Não
V169	A empresa utilizou segredo industrial para proteger as inovações de produto e/ou processo desenvolvidas	1	Sim
		2	Não
V170	A empresa utilizou tempo de liderança sobre os competidores para proteger as inovações de produto e/ou processo desenvolvidas	1	Sim
		2	Não
V171	A empresa utilizou outros métodos de proteção para proteger as inovações de produto e/ou processo desenvolvidas	1	Sim
		2	Não

CUMULATIVIDADE:

V44	As atividades de P&D realizadas foram	1	Contínuas
		2	Ocasionais

CONHECIMENTO DE BASE:

Conhecimento Genérico:

V61	Número de QUÍMICOS, FÍSICOS E ASSEMELHADOS, PÓS-GRADUADOS, ocupados nas atividades de P&D
V64	Número de BIOLOGISTAS, BACTERIOLOGISTAS, FARMACOLOGISTAS E ASSEMELHADOS, PÓS-GRADUADOS, ocupados nas atividades de P&D
V65	Número de ESTATÍSTICOS, MATEMÁTICOS, ANALISTAS DE SISTEMAS E ASSEMELHADOS, PÓS-GRADUADOS, ocupados nas atividades de P&D

Conhecimento Aplicado:

V62	Número de ENGENHEIROS, ARQUITETOS E ASSEMELHADOS, PÓS-GRADUADOS, ocupados nas atividades de P&D
V63	Número de MÉDICOS, CIRURGIÕES-DENTISTAS, VETERINÁRIOS, ENFERMEIROS E ASSEMELHADOS, PÓS-GRADUADOS, ocupados nas atividades de P&D

Anexo 2: Indicadores de Características Estruturais

Cnae 3	Estabilidade	Entrada	Concentração
132	0,775	0,154	1,000
141	0,440	0,213	0,323
142	0,067	0,254	0,644
152	0,196	0,306	0,110
153	0,173	0,298	0,499
154	0,222	0,348	0,150
155	0,212	0,313	0,099
158	0,168	0,294	0,213
159	0,254	0,259	0,305
160	0,354	0,128	0,995
174	0,297	0,306	0,587
176	0,309	0,244	0,170
177	0,356	0,237	0,296
182	0,431	0,339	0,342
211	0,507	0,276	0,533
212	0,296	0,176	0,122
213	0,123	0,268	0,777
222	0,306	0,342	0,228
223	0,000	0,300	0,813
232	0,281	0,171	0,968
234	0,185	0,185	0,210
242	0,046	0,297	0,266
243	0,338	0,146	0,152
245	0,101	0,365	0,087
246	0,203	0,400	0,289
247	0,125	0,391	0,319
248	0,016	0,321	0,196
249	0,017	0,355	0,067
251	0,110	0,273	0,203
261	0,227	0,237	0,840
263	0,312	0,238	0,406
264	0,065	0,196	0,179
269	0,321	0,235	0,321
271	0,082	0,390	0,293
272	0,379	0,186	0,234
274	0,102	0,264	0,292
275	0,359	0,402	0,197
281	0,017	0,270	0,374
282	0,411	0,425	0,176
283	0,360	0,301	0,119
284	0,199	0,301	0,486
289	0,136	0,285	0,119
291	0,125	0,274	0,095
292	0,125	0,318	0,062
293	0,051	0,288	0,266
294	0,027	0,318	0,670
295	0,283	0,278	0,820

Cnae 3	Estabilidade	Entrada	Concentração
296	0,123	0,303	0,153
297	0,051	0,143	0,427
298	0,224	0,200	0,279
302	0,057	0,349	0,242
313	0,303	0,224	0,085
314	0,526	0,200	0,320
315	0,279	0,333	0,173
316	0,289	0,262	0,200
319	0,290	0,418	0,806
321	0,189	0,310	0,302
322	0,224	0,210	0,246
323	0,066	0,319	0,155
331	0,239	0,349	0,121
332	0,192	0,364	0,175
333	0,145	0,435	0,232
334	0,187	0,385	0,291
335	0,152	0,250	0,488
341	0,200	0,000	0,203
342	0,185	0,091	0,205
343	0,280	0,224	0,120
344	0,169	0,310	0,117
351	0,393	0,200	0,436
352	0,447	0,273	1,000
359	0,045	0,188	0,555

Anexo 3: Indicadores Característicos de Regimes Tecnológicos

CNAE 3	Tamanho		Conhecimento de Base		Cumulatividade		Oportunidade	Apropriabilidade
	% pequenos	% grandes	% PO Ciência básica	% PO Ciência aplicada	P&D Contínuo	P&D Ocasional		
132	0,333	0,667	0,001	0,008	0,167	0,000	114	62
141	0,848	0,152	0,003	0,005	0,087	0,043	859	491
142	0,793	0,207	0,003	0,000	0,034	0,103	535	267
152	0,537	0,463	0,001	0,002	0,239	0,179	1233	858
153	0,407	0,593	0,001	0,002	0,296	0,333	513	287
154	0,728	0,263	0,001	0,001	0,158	0,219	1997	1103
155	0,734	0,258	0,002	0,006	0,266	0,148	2248	1281
158	0,673	0,327	0,002	0,003	0,260	0,110	4506	2774
160	0,333	0,667	0,007	0,005	0,417	0,000	240	153
174	0,462	0,538	0,000	0,000	0,154	0,077	485	229
176	0,642	0,358	0,002	0,001	0,173	0,185	1411	1093
182	0,815	0,185	0,001	0,001	0,111	0,111	476	315
211	0,667	0,333	0,002	0,003	0,267	0,067	286	138
212	0,370	0,593	0,001	0,001	0,407	0,074	475	355
213	0,576	0,424	0,001	0,001	0,136	0,102	1051	612
222	0,902	0,098	0,005	0,003	0,137	0,059	915	581
223	0,500	0,500	0,000	0,001	0,125	0,125	158	75
232	0,808	0,192	0,004	0,014	0,385	0,385	495	380
242	0,660	0,340	0,017	0,019	0,460	0,140	940	429
245	0,489	0,511	0,012	0,002	0,445	0,182	2355	1476
246	0,556	0,444	0,006	0,022	0,667	0,278	314	105
247	0,637	0,363	0,009	0,004	0,527	0,253	1549	1048
248	0,692	0,308	0,020	0,004	0,596	0,154	884	565
249	0,768	0,232	0,006	0,005	0,378	0,195	1502	720
251	0,606	0,394	0,001	0,006	0,296	0,183	1282	861
261	0,552	0,448	0,000	0,004	0,138	0,138	539	319
263	0,759	0,241	0,000	0,004	0,148	0,148	987	627
264	0,737	0,263	0,001	0,002	0,126	0,158	1688	1085
269	0,750	0,234	0,005	0,004	0,172	0,156	1186	656
271	0,433	0,567	0,000	0,003	0,100	0,067	552	111
275	0,733	0,267	0,000	0,003	0,133	0,111	822	421
281	0,809	0,191	0,000	0,006	0,132	0,103	1254	875
282	0,864	0,136	0,000	0,008	0,045	0,273	418	157
283	0,847	0,153	0,001	0,006	0,094	0,212	1595	1086
284	0,727	0,273	0,000	0,006	0,255	0,145	998	629
289	0,821	0,179	0,000	0,004	0,099	0,126	2820	1893
291	0,655	0,345	0,000	0,012	0,345	0,250	1518	1099
292	0,835	0,165	0,000	0,013	0,289	0,215	2170	1268
293	0,716	0,284	0,001	0,010	0,328	0,269	1192	921
294	0,875	0,125	0,000	0,024	0,250	0,219	573	422
295	0,548	0,452	0,000	0,002	0,290	0,129	582	391
296	0,832	0,168	0,000	0,007	0,257	0,218	1851	1306
297	0,167	0,833	0,007	0,020	0,667	0,167	125	63
302	0,797	0,203	0,020	0,023	0,547	0,234	1033	551
313	0,536	0,464	0,001	0,009	0,429	0,143	471	390
314	0,357	0,643	0,001	0,005	0,357	0,357	245	151

CNAE 3	Tamanho		Conhecimento de Base		Cumulatividade		Oportunidade	Apropriabilidade
	% pequenos	% grandes	% PO Ciência básica	% PO Ciência aplicada	P&D Contínuo	P&D Ocasional		
315	0,815	0,185	0,000	0,003	0,259	0,222	493	216
316	0,481	0,519	0,001	0,012	0,481	0,111	468	297
319	0,900	0,100	0,001	0,018	0,475	0,250	740	485
321	0,725	0,275	0,004	0,006	0,353	0,157	897	616
323	0,469	0,531	0,001	0,012	0,500	0,250	537	418
331	0,712	0,288	0,003	0,019	0,596	0,212	858	594
332	0,658	0,342	0,003	0,021	0,605	0,211	677	377
333	0,947	0,053	0,003	0,084	0,526	0,158	306	150
334	0,765	0,235	0,001	0,001	0,059	0,176	307	191
335	0,400	0,600	0,009	0,002	0,200	0,200	95	57
341	0,143	0,857	0,001	0,024	0,857	0,143	202	184
342	0,375	0,625	0,000	0,025	0,625	0,125	135	112
343	0,500	0,500	0,000	0,008	0,412	0,265	581	383
344	0,510	0,490	0,000	0,007	0,272	0,183	3596	1859
351	0,588	0,412	0,000	0,003	0,176	0,176	332	174
352	0,500	0,500	0,000	0,006	0,333	0,000	113	29
359	0,552	0,448	0,000	0,005	0,310	0,172	482	365

Anexo 4: Classificação dos Setores Industriais.

CNAE	Nome	SCHUMP	Classificação
132	EXTRAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS NÃO-FERROSOS	0,937	2
141	EXTRAÇÃO DE PEDRA, AREIA E ARGILA	0,063	2
142	EXTRAÇÃO DE OUTROS MINERAIS NÃO-METÁLICOS	0,224	2
152	PROCESSAMENTO, PRESERVAÇÃO E PRODUÇÃO DE CONSERVAS DE FRUTAS, LEGUMES E OUTROS VEGETAIS	-0,113	1
153	PRODUÇÃO DE ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS E ANIMAIS	0,115	2
154	LATICÍNIOS*	-0,114	1
155	MOAGEM, FABRICAÇÃO DE PRODUTOS AMILÁCEOS E DE RAÇÕES BALANCEADAS PARA ANIMAIS	-0,123	1
158	FABRICAÇÃO DE OUTROS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS*	-0,047	1
159	FABRICAÇÃO DE BEBIDAS	0,026	2
160	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO FUMO	0,499	2
174	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS TÊXTEIS, INCLUINDO TECELAGEM.	0,161	2
176	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS TÊXTEIS A PARTIR DE TECIDOS - EXCETO VESTUÁRIO - E DE OUTROS ARTIGOS TÊXTEIS	-0,043	1
177	FABRICAÇÃO DE TECIDOS E ARTIGOS DE MALHA	0,034	2
182	FABRICAÇÃO DE ACESSÓRIOS DO VESTUÁRIO E DE SEGURANÇA PROFISSIONAL	0,001	2
211	FABRICAÇÃO DE CELULOSE E OUTRAS PASTAS PARA A FABRICAÇÃO DE PAPEL	0,205	2
212	FABRICAÇÃO DE PAPEL, PAPELÃO LISO, CARTOLINA E CARTÃO	-0,031	1
213	FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS DE PAPEL OU PAPELÃO	0,293	2
222	IMPRESSÃO E SERVIÇOS CONEXOS PARA TERCEIROS	-0,066	1
232	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DERIVADOS DO PETRÓLEO	0,458	2
234	PRODUÇÃO DE ÁLCOOL	0,014	2
242	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS ORGÂNICOS*	-0,018	1
243	FABRICAÇÃO DE RESINAS E ELASTÔMEROS	0,003	2
245	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMACÊUTICOS	-0,160	1
246	FABRICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS	-0,007	1
247	FABRICAÇÃO DE SABÕES, DETERGENTES, PRODUTOS DE LIMPEZA E ARTIGOS DE PERFUMARIA*	-0,042	1
248	FABRICAÇÃO DE TINTAS, VERNIZES, ESMALTES, LACAS E PRODUTOS AFINS	-0,072	1
249	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS E PREPARADOS QUÍMICOS DIVERSOS	-0,166	1
251	FABRICAÇÃO DE ARTIGOS DE BORRACHA	-0,040	1
261	FABRICAÇÃO DE VIDRO E DE PRODUTOS DO VIDRO	0,347	2
263	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE CONCRETO, CIMENTO, FIBROCIMENTO, GESSO E ESTUQUE	0,096	2
264	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS CERÂMICOS*	-0,010	1

CNAE	Nome	SCHUMP	Classificação
269	APARELHAMENTO DE PEDRAS E FABRICAÇÃO DE CAL E DE OUTROS PRODUTOS DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS	0,049	2
271	PRODUÇÃO DE FERRO-GUSA E DE FERROLIGAS*	-0,056	1
272	SIDERURGIA	0,027	2
274	METALURGIA DE METAIS NÃO-FERROSOS	0,016	2
275	FUNDIÇÃO	-0,118	1
281	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS E OBRAS DE CALDEIRARIA PESADA	0,060	2
282	FABRICAÇÃO DE TANQUES, CALDEIRAS E RESERVATÓRIOS METÁLICOS	-0,143	1
283	FORJARIA, ESTAMPARIA, METALURGIA DO PÓ E SERVIÇOS DE TRATAMENTO DE METAIS*	-0,105	1
284	FABRICAÇÃO DE ARTIGOS DE CUTELARIA, DE SERRALHERIA E FERRAMENTAS MANUAIS	0,106	2
289	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DIVERSOS DE METAL	-0,096	1
291	FABRICAÇÃO DE MOTORES, BOMBAS, COMPRESSORES E EQUIPAMENTOS DE TRANSMISSÃO	-0,103	1
292	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE USO GERAL	-0,147	1
293	FABRICAÇÃO DE TRATORES E DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS PARA A AGRICULTURA, AVICULTURA E OBTENÇÃO DE PRODUTOS ANIMAIS*	-0,128	1
294	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS-FERRAMENTA	0,202	2
295	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE USO NA EXTRAÇÃO MINERAL E CONSTRUÇÃO	0,312	2
296	FABRICAÇÃO DE OUTRAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE USO ESPECÍFICO	-0,086	1
297	FABRICAÇÃO DE ARMAS, MUNIÇÕES E EQUIPAMENTOS MILITARES	0,163	2
298	FABRICAÇÃO DE ELETRODOMÉSTICOS	0,045	2
302	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE SISTEMAS ELETRÔNICOS PARA PROCESSAMENTO DE DADOS	-0,062	1
313	FABRICAÇÃO DE FIOS, CABOS E CONDUTORES ELÉTRICOS ISOLADOS	-0,080	1
314	FABRICAÇÃO DE PILHAS, BATERIAS E ACUMULADORES ELÉTRICOS	0,069	2
315	FABRICAÇÃO DE LÂMPADAS E EQUIPAMENTOS DE ILUMINAÇÃO	-0,092	1
316	FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO PARA VEÍCULOS - EXCETO BATERIAS	-0,036	1
319	FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS E APARELHOS ELÉTRICOS	0,223	2
321	FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELETRÔNICO BÁSICO*	-0,005	1
322	FABRICAÇÃO DE APARELHOS E EQUIPAMENTOS DE TELEFONIA E RADIOTELEFONIA E DE TRANSMISSORES DE TELEVISÃO E RÁDIO	0,021	2
323	FABRICAÇÃO DE APARELHOS RECEPTORES DE RÁDIO E TELEVISÃO E DE REPRODUÇÃO, GRAVAÇÃO OU AMPLIFICAÇÃO DE SOM E VÍDEO*	-0,095	1
331	FABRICAÇÃO DE APARELHOS E INSTRUMENTOS PARA USOS MÉDICOS-HOSPITALARES, ODONTOLÓGICOS E DE LABORATÓRIOS E APARELHOS ORTOPÉDICOS	-0,131	1

CNAE	Nome	SCHUMP	Classificação
332	FABRICAÇÃO DE APARELHOS E INSTRUMENTOS DE MEDIDA, TESTE E CONTROLE - EXCETO EQUIPAMENTOS PARA CONTROLE DE PROCESSOS INDUSTRIAIS	-0,109	1
333	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS E EQUIPAMENTOS DE SISTEMAS ELETRÔNICOS DEDICADOS À AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E CONTROLE DO PROCESSO PRODUTIVO	-0,117	1
334	FABRICAÇÃO DE APARELHOS, INSTRUMENTOS E MATERIAIS ÓPTICOS, FOTOGRÁFICOS E CINEMATOGRAFICOS	-0,054	1
335	FABRICAÇÃO DE CRONÔMETROS E RELÓGIOS	0,137	2
342	FABRICAÇÃO DE CAMINHÕES E ÔNIBUS	0,065	2
343	FABRICAÇÃO DE CABINES, CARROCERIAS E REBOQUES	-0,060	1
344	FABRICAÇÃO DE PEÇAS E ACESSÓRIOS PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES	-0,111	1
351	CONSTRUÇÃO E REPARAÇÃO DE EMBARCAÇÕES	0,136	2
352	CONSTRUÇÃO, MONTAGEM E REPARAÇÃO DE VEÍCULOS FERROVIÁRIOS	0,475	2
359	FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE	0,211	2

* Setores cuja classificação foi alterada com base nas análise das funções discriminantes.

Anexo 5: Classificação com base nas Análises Discriminantes dos Setores Industriais.

CNAE	Oportunidade	Apropriadabilidade	Cumulatividade	Ciência Básica	Ciência Aplicada	Score Discriminante		Classificação	
						Z1	Z2	Verdadeira	Original
132	0,141	0,099	0,919	0,157	0,619	-2,809	-0,305	SM-II	SM-II
141	1,065	0,781	0,480	0,559	0,409	-1,012	0,061	SM-II	SM-II
142	0,663	0,425	0,190	0,539	0,035	-3,214	-1,230	SM-II	SM-II
152	1,528	1,365	1,317	0,216	0,127	2,011	2,832	SM-II	SM-II
153	0,636	0,457	1,634	0,241	0,158	0,119	2,137	SM-II	SM-II
154	2,475	1,755	0,871	0,254	0,120	4,437	3,527	<u>SM-II</u>	<u>SM-I</u>
155	2,786	2,038	1,465	0,434	0,453	7,001	5,284	SM-I	SM-I
158	5,585	4,413	1,433	0,425	0,240	15,613	9,825	<u>SM-II</u>	<u>SM-I</u>
159	2,090	6,098	2,298	0,263	0,100	1,121	4,190	SM-II	SM-II
160	0,297	0,243	2,298	1,378	0,395	0,514	2,491	SM-II	SM-II
174	0,601	0,364	0,849	0,062	0,012	-1,823	0,410	SM-II	SM-II
176	1,749	1,739	0,953	0,341	0,115	1,622	2,226	SM-II	SM-II
177	0,480	0,584	0,919	0,171	0,194	-2,293	0,176	SM-II	SM-II
182	0,590	0,501	0,613	0,228	0,067	-2,556	-0,292	SM-II	SM-II
211	0,354	0,220	1,471	0,433	0,256	-1,106	1,203	SM-II	SM-II
212	0,589	0,565	2,247	0,218	0,123	1,195	3,407	SM-II	SM-II
213	1,303	0,974	0,748	0,193	0,076	0,174	1,261	SM-II	SM-II
222	1,134	0,924	0,757	1,034	0,215	-0,464	0,544	SM-II	SM-II
232	0,614	0,605	2,122	0,898	1,172	1,658	2,782	SM-II	SM-II
234	0,851	0,980	0,000	0,007	0,000	-3,463	-1,254	SM-II	SM-II
242	1,165	0,683	2,537	3,631	1,588	4,726	3,430	<u>SM-II</u>	<u>SM-I</u>
243	0,657	0,671	3,940	2,206	1,273	5,855	6,333	SM-II	SM-II
245	2,919	2,348	2,456	2,492	0,154	8,955	6,667	SM-I	SM-I
246	0,389	0,167	3,677	1,319	1,816	5,264	5,831	SM-II	SM-II
247	1,920	1,667	2,910	1,827	0,295	6,861	6,314	<u>SM-II</u>	<u>SM-I</u>
248	1,096	0,899	3,288	4,121	0,342	4,909	4,712	SM-I	SM-I
249	1,862	1,145	2,085	1,295	0,414	5,482	4,796	SM-I	SM-I
251	1,589	1,370	1,631	0,279	0,480	3,243	3,625	SM-II	SM-II
261	0,668	0,508	0,761	0,055	0,339	-1,665	0,276	SM-II	SM-II
263	1,223	0,998	0,817	0,095	0,367	0,214	1,289	SM-II	SM-II
264	2,092	1,726	0,697	0,207	0,186	2,538	2,397	<u>SM-II</u>	<u>SM-I</u>
269	1,470	1,044	0,948	0,957	0,309	1,314	1,635	SM-II	SM-II
271	0,684	0,177	0,552	0,044	0,233	-1,780	-0,021	<u>SM-I</u>	<u>SM-II</u>
272	0,827	0,853	2,087	0,402	0,874	2,021	3,282	SM-II	SM-II
274	0,666	0,993	1,211	0,110	0,169	-1,330	1,072	SM-II	SM-II
275	1,019	0,670	0,735	0,017	0,257	-0,516	0,873	SM-II	SM-II
281	1,554	1,392	0,730	0,084	0,467	1,005	1,589	SM-II	SM-II
282	0,518	0,250	0,251	0,000	0,686	-2,898	-1,063	SM-II	SM-II
283	1,977	1,728	0,519	0,130	0,453	1,862	1,791	<u>SM-II</u>	<u>SM-I</u>
284	1,237	1,001	1,404	0,056	0,492	1,727	2,667	SM-II	SM-II
289	3,495	3,012	0,548	0,051	0,360	6,674	4,397	SM-I	SM-I
291	1,881	1,748	1,904	0,045	0,976	5,061	4,772	SM-I	SM-I
292	2,690	2,017	1,596	0,072	1,042	7,427	5,556	SM-I	SM-I
293	1,477	1,465	1,811	0,128	0,811	3,362	3,835	<u>SM-I</u>	<u>SM-II</u>
294	0,710	0,671	1,379	0,000	1,937	0,975	1,674	SM-II	SM-II
295	0,721	0,622	1,601	0,012	0,153	0,236	2,278	SM-II	SM-II
296	2,294	2,078	1,420	0,068	0,576	4,961	4,358	SM-I	SM-I

CNAE	Oportunidade	Apropriabilidade	Cumulatividade	Ciência Básica	Ciência Aplicada	Score Discriminante		Classificação	
						Z1	Z2	Verdadeira	Original
297	0,155	0,100	3,677	1,423	1,624	4,210	5,346	SM-II	SM-II
298	0,773	0,784	3,064	0,081	1,041	4,317	5,584	SM-II	SM-II
302	1,280	0,877	3,017	4,156	1,934	6,275	4,400	SM-I	SM-I
313	0,584	0,620	2,364	0,145	0,750	1,868	3,656	SM-II	SM-II
314	0,304	0,240	1,970	0,138	0,421	-0,014	2,371	SM-II	SM-II
315	0,611	0,344	1,430	0,000	0,247	-0,223	1,786	SM-II	SM-II
316	0,580	0,473	2,656	0,187	0,957	2,850	4,347	SM-II	SM-II
319	0,917	0,772	2,620	0,105	1,516	4,256	4,837	SM-II	SM-II
321	1,112	0,980	1,947	0,819	0,469	2,360	3,285	SM-II	SM-II
322	1,019	1,131	3,562	3,895	3,645	7,502	5,087	<u>SM-II</u>	<u>SM-I</u>
323	0,666	0,665	2,758	0,157	0,974	3,236	4,685	<u>SM-I</u>	<u>SM-II</u>
331	1,063	0,945	3,288	0,723	1,587	6,171	6,271	SM-II	SM-II
332	0,839	0,600	3,339	0,634	1,715	5,867	6,121	SM-II	SM-II
333	0,379	0,239	2,903	0,727	6,931	7,323	4,139	SM-I	SM-I
334	0,381	0,304	0,324	0,117	0,092	-3,828	-1,231	SM-II	SM-II
335	0,118	0,091	1,103	1,782	0,175	-3,049	-0,720	SM-II	SM-II
342	0,167	0,178	3,447	0,000	2,044	4,169	5,506	SM-II	SM-II
343	0,720	0,609	2,271	0,016	0,630	2,159	3,789	SM-II	SM-II
344	4,457	2,958	1,502	0,074	0,607	13,112	8,497	SM-I	SM-I
351	0,411	0,277	0,973	0,000	0,260	-2,021	0,374	SM-II	SM-II
352	0,140	0,046	1,839	0,000	0,523	-0,674	1,891	SM-II	SM-II
359	0,597	0,581	1,712	0,027	0,425	0,231	2,282	SM-II	SM-II

Anexo 6: Classificação dos Setores Industriais Holandeses

Setores Schumpeter Mark I	
Finishing of textiles	Manufacture of wooden containers
Manufacture of steel and non-ferrous metal doors, windows, walls and the like	Manufacture of fans, refrigerating and freezing equipment
Manufacture of made-up textile articles, except apparel	Manufacture of furniture, except metal furniture
Manufacture of other non-metallic mineral products nec*	Manufacture of cement and lime
Manufacture of glass and glass products	Manufacture of articles of concrete and cement
Iron, steel and non-ferrous metal foundries	Forging, pressing, stamping and roll-forming of metal
Manufacture of tanks, reservoirs and pipe-lines	Manufacture of metal fasteners, cables, springs and the like
Manufacture of carpets and rugs	Manufacture of heating and boilers, except electrical
Metal construction nec	Manufacture of other fabricated metal products nec
Manufacture of metal furniture	Machine repair nec
Manufacture of machinery for food, beverage and tobacco processing	Carpentry and manufacture of densified wood and parquet flooring blocks
Manufacture of agricultural machinery	Manufacture of ceramics
Forging, treatment and coating of metals	Manufacture of basic metals
Manufacture of machinery for packing and wrapping	Manufacture of tools and machinery for metallurgy
Manufacture of machine-tools	Manufacture of lifting and handling equipment
Manufacture of machinery for manufacturers of rubber and plastic products	Preparation and spinning of wool fibres, weaving of wool
Manufacture of bearings, gears, gearing and driving elements	Preparation and spinning of cotton fibres, weaving of cotton
Manufacture of machinery for textile and apparel	Manufacture of tricot and stockings
Manufacture of machinery for chemical cleaning, washing, leather and leather products, paper and paper products and printing	Manufacture of wearing apparel, dressing and dyeing of fur
Manufacture of pumps, compressors, taps and valves	Manufacture of footwear
Manufacture of other products of wood, manufacture of articles of cork, straw and plaiting materials	Sawmilling and planing of wood, manufacture of veneer sheets, plywood, laminboard, particle board and other panels and boards
Appendage	Manufacture of bricks and tiles
Manufacture of machine parts nec	Manufacture of metal packings
Manufacture of machinery nec	Manufacture of machinery for petrochemical, chemical and pharmaceutical industries
Manufacture of trailers and semi-trailers	Manufacture of machinery for wood and furniture
Manufacture of bodies for motor vehicles	Manufacture of engines and turbines, except aircraft, vehicle and cycle engines
Manufacture of transport equipment nec	Manufacture of office machinery
Manufacture of other textiles nec	Manufacture of weighing machinery and domestic appliances, except electrical
Tanning and dressing of leather	Building and repairing of ships and boats
Manufacture of luggage, handbags and the like, saddlery and harness	Manufacture of machinery for mining, construction, building materials and metallurgy

Setores Schumpeter Mark II

Manufacture of synthetic resin
Manufacture of dye-stuffs and colouring matters
Manufacture of chemical raw materials nec
Manufacture of paints, varnishes and similar coatings, printing ink
Manufacture of pharmaceuticals and medicinal chemicals
Manufacture of other chemical products nec
Manufacture of plastic products
Manufacture of electric motors, generators and transformers
Manufacture of electricity distribution and control apparatus
Manufacture of other electrical equipment nec
Manufacture of motor vehicles
Manufacture of parts and accessories for motor vehicles
Manufacture of soap and detergents, cleaning and polishing preparations, perfumes and toilet preparations
Manufacture of chemical pesticides
Manufacture of rubber products
Manufacture of motorcycles and bicycles
Manufacture of fertilisers
Manufacture of insulated wire and cable

Setores Não Classificados

Processing and preserving of fish and fish products
Manufacture of bakery products
Manufacture of other food products nec
Manufacture of malt liquors and malt
Manufacture of other articles of paper and paperboard
Manufacture of corrugated paper and paperboard
Offset printing
Chemigrafical and fotolithografical firms
Other printing
Publishing of books
Other publishing
Manufacture and repair of aircraft
Production, processing and preserving of meat and meat products
Manufacture of grain mill products
Manufacture of vegetable and animal oils and fats
Processing and preserving of fruit and vegetables
Manufacture of sugar, cacao, chocolate and sugar confectionery
Manufacture of prepared animal feeds
Manufacture of soft drinks
Manufacture of tobacco products
Manufacture of paper and paperboard
Printing of newspapers
Publishing of newspapers
Bookbinding
Manufacture of dairy products
Distilling, rectifying and blending of spirits; ethyl alcohol production
Printing of books
Publishing of periodicals

Anexo 7: Resultados dos Testes de Hipótese Aplicados aos Setores Industriais Europeus.

Hipótese	Variável	Média (Des. Pad)		Estatísticas t	P-Valor	Resultado	
		SM-I	SM-II				
1	The share of small firms is higher in SM-I industries than in SM-II industries.	Participação pequenas firmas no total das firmas do setor	75,4 (1,94)	53,9 (4,20)	5,09	<0,01	Rejeita H0
		Participação da receita de pequenas firmas no total das receitas do setor	43,2 (2,95)	14,7 (2,66)	7,19	<0,01	Rejeita H0
2	Concentration levels are lower SM-I industries than in SM-II industries	Índice de Herfindahl	11,1 (1,28)	18,2 (2,83)	-2,56	0,01	Rejeita H0
		Índice de Razão de Concentração Média	46,6 (2,83)	67,2 (4,04)	-3,65	< 0,01	Rejeita H0
3	Entry barriers are lower in SM-I industries than in SM-II industries.	Índice de Margem de Investimento Médio	6,06 (0,21)	6,61 (0,49)	-0,96	0,34	Aceita H0
		Índice de Tamanho Médio da Planta	57,3 (3,97)	116,9 (20,7)	-2,82	0,01	Rejeita H0
4	Capital intensity is lower in SM-I industries than in SM-II industries.	Entrada bem Sucedida	71,1 (2,72)	69,3 (6,89)	0,27	0,79	Aceita H0
5	In SM-I industries, profit rates are lower than in SM-II industries.	Taxa Média de Lucro	8,29 (0,45)	10,4 (0,69)	-2,34	0,02	Rejeita H0
6	In SM-I industries, entrants are more productive than incumbents, whereas in SM-II industries incumbents are more productive than entrants.	Produtividade média relativa das firmas ativas entre 1978 - 1992	1,03 (0,01)	1,01 (0,02)	1,53	0,13	Aceita H0
		Produtividade média relativa das firmas entrantes	1,02 (0,02)	1,06 (0,04)	-0,83	0,41	Aceita H0

Hipótese		Variável	Média (Des. Pad)		Estatísticas t	P-Valor	Resultado
7	In SM-I industries, the amount of turnover due to entry and exit is higher than in SM-II industries	Taxa Média Anual de Entrada de Firmas	8,63 (0,48)	8,76 (0,80)	-0,14	0,89	Aceita H0
		Taxa Média Anual de Saída de Firmas	8,43 (0,41)	8,12 (0,79)	0,35	0,73	Aceita H0
		Taxa Média Anual de Receita de Firmas Entrantes	4,79 (0,40)	2,81 (0,38)	3,62	<0,01	Rejeita H0
		Taxa Média Anual de Receita de Firmas que Saíram do Mercado	4,63 (0,41)	2,96 (0,62)	2,03	0,05	Rejeita H0
		Taxa Média Cumulativa de Entrada de Firmas	47,3 (2,23)	41,7 (3,27)	1,25	0,21	Aceita H0
		Taxa Média Cumulativa de Saída de Firmas	48,5 (1,81)	39,6 (3,80)	2,24	0,03	Rejeita H0
		Taxa Média Cumulativa de Receita de Firmas Entrantes	35,4 (2,55)	18,4 (3,11)	3,41	<0,01	Rejeita H0
		Taxa Média Cumulativa de Receita de Firmas que Saíram do Mercado	37,9 (2,81)	17,8 (3,30)	4,62	<0,01	Rejeita H0
8	The turbulence within the group of incumbent firms is higher in SM-I industries than in SM-II industries.	Turbulência de Curto Prazo	14,4 (0,87)	11,1 (0,50)	3,34	<0,01	Rejeita H0
		Turbulência de Longo Prazo	26,6 (1,35)	28,9 (2,25)	-0,87	0,39	Aceita H0
9	The contribution of the entry and exit process to productivity growth is higher in SM-I industries than in SM-II industries, and vice versa for incumbents' contributions.	Mudanças na produtividade originadas pela diferença entre entrada e saída.	53,4 (12,5)	20,9 (5,96)	2,35	0,02	Rejeita H0
		Crescimento das produtividade devido as firmas ativas entre 1972 -1998	46,1 (9,40)	85,0 (6,54)	-3,39	<0,01	Rejeita H0
		Mudanças atuais na produtividade	0,51 (7,67)	-5,22 (2,72)	0,7	0,48	Aceita H0