

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO  
CURSO DE MESTRADO EM ECONOMIA APLICADA**

**ROSA LIVIA GONÇALVES MONTENEGRO**

**DIVERSIFICAÇÕES E ESPECIALIZAÇÕES PRODUTIVAS: UMA ANÁLISE DA  
ATIVIDADE INOVATIVA EM SÃO PAULO**

**JUIZ DE FORA  
DEZEMBRO, 2008**

ROSA LIVIA GONÇALVES MONTENEGRO

**DIVERSIFICAÇÕES E ESPECIALIZAÇÕES PRODUTIVAS: UMA ANÁLISE DA  
ATIVIDADE INOVATIVA EM SÃO PAULO.**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Faculdade de Economia e Administração da Universidade Federal de Juiz de Fora como parte das exigências do Mestrado em Economia Aplicada.

**Orientador:** Prof. Dr. Eduardo Gonçalves

**Co-Orientador:** Prof. Dr. Eduardo Simões de Almeida

JUIZ DE FORA  
DEZEMBRO, 2008

Montenegro, Rosa Livia Gonçalves

Diversificações e especializações produtivas: uma análise da atividade inovativa em São Paulo. / Rosa Livia Gonçalves

Montenegro. -- 2009.

133 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada)–Faculdade de Economia e Administração, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

1. Patente. 2. Criatividade. 3. Econometria. 4. Economia regional. 5. Economia industrial. I. Título.

CDU 347.77

ROSA LIVIA GONÇALVES MONTENEGRO

DIVERSIFICAÇÕES E ESPECIALIZAÇÕES PRODUTIVAS: UMA ANÁLISE DA  
ATIVIDADE INOVATIVA EM SÃO PAULO

Dissertação submetida à Faculdade de Economia e  
Administração da Universidade Federal de Juiz de Fora,  
como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em  
Economia Aplicada.

APROVADA EM 18/12/2009



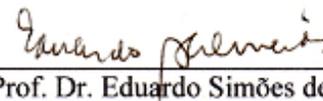
Prof. Dr. Eduardo Gonçalves  
CMEA - Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Mauro Borges Lemos  
CEDEPLAR - Universidade Federal de Minas  
Gerais



Prof. Dr. Ricardo Freguglia  
CMEA - Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Eduardo Simões de Almeida  
CMEA - Universidade Federal de Juiz de Fora

*Dedico à minha vó Rosa, pelo carinho e sábios  
conselhos e aos meus pais Waldemar e Suely,  
pelo amor, confiança e respeito em todos os  
momentos da minha vida.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, sem o qual nada é possível.

Ao Prof. Dr. Eduardo Gonçalves pelo exímio comprometimento no trabalho, pela responsabilidade, dedicação, e principalmente, pela confiança ao longo da pesquisa. Foi muito importante esse conjunto de fatores durante a orientação.

Ao Prof. Dr. Eduardo Simões de Almeida, pelas contribuições, pelo incentivo e grande apoio na parte metodológica da pesquisa.

Ao Prof. Dr. João Alberto De Negri por ter disponibilizado a pesquisa junto ao IPEA e a base de dados do IBGE.

Aos estatísticos do IPEA, Geovane Lopes, Nayara Gomes e Erick Jardim, que me ajudaram muito na construção da base de dados e na utilização dos softwares requisitados.

Ao Prof. Moisés de Andrade que participou da minha banca de qualificação e ao Prof. Ricardo Freguglia que contribuiu com sugestões e críticas na versão inicial do projeto.

Aos professores do Curso de Mestrado em Economia Aplicada (CMEA) que participaram da minha formação acadêmica.

Aos amigos do mestrado, Ludmilla, Pedro, Vinícius e Wander, pelo companheirismo e pelas importantes interações de estudos realizadas no primeiro ano, e às amigas Flaviane e Terciane pelo laço de amizade firmado nesses dois anos e pelos vários momentos vividos juntos, sejam eles de angústias, alegrias ou tristezas, foram inesquecíveis!

Aos amigos da turma do mestrado do ano de 2006, Aline, Juliana, Noé, Rafael e Sandro pelo apoio e pelos momentos de descontração.

Ao CMEA pelo apoio financeiro disponibilizado.

Ao meu irmão Leonardo pela incessante ajuda na instalação de softwares e na parte de informática. E à minha cunhada Elizabeth, pelo apoio “logístico” nas horas em que precisei.

Aos tios, tias, primos e primas pela torcida e por todo o carinho fornecido no período em que me ausentei das reuniões familiares.

Aos amigos e amigas, e em especial à Lorena e à Vanessa, por terem sido pacientes na minha ausência e pelos anos de amizade.

Ao Admir, pelo amor, carinho e estímulo nos momentos mais decisivos do mestrado.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento desse trabalho, MUITO OBRIGADA!

## RESUMO

O objetivo principal do trabalho é investigar a influência de externalidades de diversificação e de especialização sobre a atividade inovadora de microrregiões de estado de São Paulo, no período compreendido entre 1996-2003. Além disso, outros fatores determinantes da inovação são também considerados, como a capacidade de realização de P&D, o nível de escolaridade e a defasagem temporal da inovação. As patentes *per capita* são usadas na pesquisa como *proxy* para a avaliação da atividade inovadora, ou seja, medem a capacidade tecnológica da microrregião. A base de dados consiste na utilização de microdados provenientes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e dos dados de depósitos de patentes do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). A metodologia aplicada aborda a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) e modelos de regressão espacial com dados em painel. Ambas as técnicas permitiram um acompanhamento espacial e temporal do progresso do sistema regional de inovação em São Paulo. Os resultados revelaram que a especialização produtiva das microrregiões é fator determinante para seu desempenho inovador. Alguns efeitos também se mostram importantes como a escolaridade, as inovações realizadas no período anterior, os transbordamentos de conhecimentos e, em menor grau, as externalidades de diversificação.

**Palavras-chave:** Inovação; Patentes; São Paulo; Modelos em painel de dados com dependência espacial.

## **ABSTRACT**

The aim of the present work is to assess the extent to which the degree of specialization or diversification externalities may affect the innovative performance in a particular microregion. Additionally, the influence of other regional factors on the innovative output is examined, such as regional R&D capacity, schooling of local population and the innovative tradition of the microregion. The analysis is based on a database of 63 microregions of the state of São Paulo from 1996 to 2003 that was merged by micro-data mainly from Yearly Industrial Survey and Brazilian Patent Office. These data were analyzed by means of Exploratory Analysis of Spatial Data and panel data regression models with spatial dependence. Both techniques reveal the spatial and temporal evolution of the regional innovation system of the state of São Paulo. The main result shows that microregion's innovative performance seems to be affected mainly by the specialization externalities rather than diversification externalities. Other results emphasize the positive influence played by the schooling of local population, the technological knowledge spillovers, and the innovative tradition of the microregion on its innovative output.

**Key- words:** Innovation; Patents; São Paulo; Panel data model with spatial dependence.

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1 - Diferenças entre os Sistemas Nacionais de Inovação nos países desenvolvidos e subdesenvolvidos.....	41
Figura 2 - Convenção Rainha de contiguidade.....	53
Figura 3 - Diagramas de dispersão de Moran das patentes <i>per capita</i> das microrregiões paulistas no período 1997-2003.....	82
Figura 4 - Mapa de dispersão de Moran da média patentes <i>per capita</i> das microrregiões paulistas no período 1997-2003.....	83
Figura 5 - Mapas de <i>clusters</i> para as patentes <i>per capita</i> nas microrregiões paulistas no período 1997-2003.....	84
Figura 6 – Mapa dos valores percentuais da média das patentes <i>per capita</i> no período 1997-2003.....	89
Figura 7 – Mapas de <i>clusters</i> bivariados das patentes <i>per capita</i> versus o índice de diversificação .....	90
Figura 8 - Diagramas de dispersão de Moran para as patentes <i>per capita</i> com exclusão dos pontos de alavancagem (1997-2003) .....	91
Figura 8 - <i>Box Map</i> da média das patentes <i>per capita</i> no período 1997-2003 .....	94
Figura 9 - Diagramas de dispersão de Moran para as patentes <i>per capita</i> com exclusão dos pontos de alavancagem no período 1997-2003.....	95

**LISTA DE GRÁFICOS**

	<b>Página</b>
Gráfico 1 – Configuração da distribuição de patentes (%).....	46

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
Tabela 1 - Alunos de pós-graduação (mestrado e doutorado) matriculados em áreas de formação tecnológica por grandes áreas e localidades selecionadas (1999).....	45
Tabela 2 - Grupo de pesquisa registrados no CNPQ: pesquisadores e publicações (2000) .....	47
Tabela 3 - Patentes depositadas no INPI de 1990-2001, por primeiro titular no Brasil e em São Paulo por subdomínio tecnológico .....	49
Tabela 4 - Índice de Moran das patentes <i>per capita</i> no período 1997-2003 .....	80
Tabela 5 – Valores da estatística c de Geary das patentes <i>per capita</i> no período 1997-2003.....	81
Tabela 6 - Valores da estatística G de Getis-Ord das patentes <i>per capita</i> no período 1997-2003.....	81
Tabela 7 – Índice de Moran bivariado das patentes <i>per capita versus</i> o índice de Diversificação.....	90
Tabela 8 – Índice de Moran bivariado das patentes <i>per capita versus</i> o índice de Especialização .....	93
Tabela 9 – Resultados dos modelos estimados por MQO e do modelo de efeitos fixos por LSDV .....	97
Tabela 10 - Teste de dependência espacial para os resíduos dos modelos <i>cross-section</i> estimados por MQO .....	99
Tabela 11 - Resultados das estimações por Mínimos Quadrados Generalizados Exequíveis(MQGE).....	100
Tabela 12 - Índice de Moran dos resíduos de todos os modelos em todos os anos.....	101

**LISTA DE QUADROS**

	<b>Página</b>
Quadro 1 - Sumário comparativo entre as externalidades de especialização e diversificação.....	23
Quadro 2 - Resumo comparativo dos trabalhos referentes às externalidades e ao processo de difusão da inovação.....	37
Quadro 3 - Estrutura do diagrama de dispersão de Moran.....	56
Quadro 4 - Resumo das variáveis na análise do sistema inovativo das microrregiões paulistas.....	78

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	09
<b>2 ARCABOUÇO TEÓRICO</b> .....	13
2.1 FATORES DETERMINANTES DO PROCESSO INOVATIVO .....	13
2.2 PATENTE COMO MEDIDA DA ATIVIDADE INOVADORA .....	15
2.3 TRANSBORDAMENTOS DE CONHECIMENTO TECNOLÓGICO .....	17
2.4 ECONOMIAS DE AGLOMERAÇÃO E A DINÂMICA DOS EFEITOS DAS EXTERNALIDADES .....	20
2.5 EVIDÊNCIA EMPÍRICA DOS FATORES DETERMINANTES DA INOVAÇÃO: ANÁLISE DAS DIVERSIFICAÇÕES E ESPECIALIZAÇÕES PRODUTIVAS .....	23
2.6 O SISTEMA DE INOVAÇÃO EM PAÍSES PERIFÉRICOS .....	40
<b>2.6.1 Principais características da atividade inovativa no Brasil</b> .....	42
<b>2.6.2 Principais aspectos da atividade econômica e científica em São Paulo</b> .....	44
<b>3 METODOLOGIA E MODELOS</b> .....	51
3.1 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS (AEDE) .....	51
<b>3.1.1 A escolha da matriz de pesos espaciais</b> .....	53
<b>3.1.2 Autocorrelação espacial global univariada</b> .....	54
<b>3.1.3 Autocorrelação espacial global multivariada</b> .....	58
<b>3.1.4 Autocorrelação espacial local</b> .....	58
<b>3.1.5 Análise dos outliers globais e espaciais</b> .....	59
3.2 MODELO DE REGRESSÃO COM DADOS EM PAINEL .....	60
<b>3.2.1 Modelo de efeitos fixos sem a inclusão de componentes espaciais</b> .....	62
<b>3.2.2 Modelo de efeitos fixos com dependência espacial</b> .....	63
3.3 MODELO TEÓRICO .....	68
3.4 MODELO EMPÍRICO .....	68
<b>3.4.1 Tratamento e descrição da base de dados</b> .....	73
<b>3.4.2 Apresentação e análise preliminar das variáveis inseridas no modelo</b> .....	74
<b>4 RESULTADOS DA AEDE</b> .....	79
4.1 IDENTIFICAÇÃO DA AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL GLOBAL UNIVARIADA .....	79
4.2 ANÁLISE DOS <i>CLUSTERS</i> (LISA) ESPACIAIS DAS PATENTES <i>PER CAPITA</i> .....	84
4.3 ANÁLISE DA AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL BIVARIADA .....	89
4.4 DETECÇÃO DE <i>OUTLIERS</i> E PONTOS DE ALAVANCAGEM .....	93
<b>5 ESTIMAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS DOS MODELOS DE DADOS EM PAINEL</b> .....	96
5.1 ESTIMAÇÃO DOS MODELOS .....	96
5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	103
<b>6 EPÍLOGO</b> .....	108
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	111

<b>ANEXO</b> .....	121
ANEXO 1 Estatísticas descritivas de todas as variáveis .....	121
ANEXO 2 Matriz de correlação de Pearson.....	122
ANEXO 3 Estrutura detalhada da CNAE 2.0: códigos e denominações.....	124
ANEXO 4 Identificação das microrregiões do estado de São Paulo.....	133

## 1 INTRODUÇÃO

A análise dos determinantes da inovação e do progresso tecnológico são fatores importantes para o estudo do crescimento econômico regional, sendo a geração e a difusão da inovação regional o objeto de estudo de diversos autores (FELDMAN e FLORIDA, 1994; GRILICHES, 1990; JAFFE *et alii*, 1993; SIMMIE, 2001).

A literatura internacional apresenta argumentos variados para explicar os determinantes da inovação. Dentre os principais, utilizam-se as patentes como *proxy* para a avaliação da atividade inovadora (capacidade tecnológica) em âmbito regional. Griliches (1990) é referência sobre o assunto e destaca as vantagens e desvantagens do uso das estatísticas de patentes. O sistema de patentes, em geral, incentiva a invenção e o progresso tecnológico, sendo importante para o crescimento das economias.

A relação entre localização, inovação e economias de aglomeração estimula e propicia a busca por novos conhecimentos pelas firmas. A aglomeração das firmas é capaz de fomentar processos inovativos que ocorrem nas suas próprias corporações e nos seus inter-relacionamentos. O conceito de economias de aglomeração compreende diversos tipos de externalidades, que são importantes tanto para explicar a aglomeração espacial da produção quanto da inovação, haja vista que as concentrações espaciais de produção e inovação são fortemente correlacionadas (AUDRETSCH e FELDMAN, 1996).

A aglomeração de empresas inovadoras é resultante da maior difusão do conhecimento no território e, ao mesmo tempo, promove tal difusão em decorrência dos transbordamentos de conhecimento e é dependente da proximidade geográfica entre os agentes inovadores (ANSELIN *et alii*, 1997; AUDRETSCH e FELDMAN, 1996; JAFFE *et alii*, 1993). Além disso, os fatores estruturais, caracterizados pela presença de universidades e instituições públicas e privadas de pesquisa que determinam a capacidade de geração de novo

conhecimento tecnológico da economia local, possuem efeitos positivos sobre as inovações, sendo um importante determinante da distribuição espacial das atividades de pesquisa (VARGA, 1998).

Jaffe (1989) destaca o efeito indireto da pesquisa universitária, a qual atrai pesquisa e desenvolvimento (P&D) industrial, aumentando assim a produtividade desta. O autor sugere ainda que o P&D, inserido na dinâmica do transbordamento de conhecimento, tende a ser geograficamente limitado dentro da região na qual o novo conhecimento econômico foi criado.

Além dos transbordamentos de conhecimento tecnológico, outros fatores são considerados determinantes da inovação local, tais como: trabalho qualificado, presença de instituições de pesquisa e fontes de externalidades tecnológicas locais. Sobre esse último aspecto, é importante ressaltar como a composição da atividade econômica pode promover a inovação. As externalidades podem ser consideradas provenientes de uma atividade econômica especializada, pioneiramente investigada por autores como Marshall (1982), Arrow (1962) e Romer (1986), que constituem o acrônimo MAR, ou podem ser provenientes da diversidade presente na estrutura econômica regional, que geralmente remonta a Jacobs (1969).

A especialização causaria retornos crescentes de escala e maior produtividade por intermédio da concentração de um ramo específico da indústria na região, aumentando a especialização dessa indústria. Isso facilitaria os transbordamentos de conhecimento entre as firmas do mesmo setor e promoveria maior atividade inovativa local.

Em relação às externalidades de diversificação, a complementaridade do conhecimento através das firmas de diferentes indústrias facilitaria a inovação, ao contrário do caso anterior. Tal afirmação caracteriza a hipótese de Jacobs (1969). Grande parte da literatura empírica sobre o assunto afirma que quanto maior a diversidade da atividade econômica da economia local, maior será a inovação (CARLINO *et alii*, 2001; FELDMAN e AUDRETSCH, 1999).

Portanto, o objetivo geral do trabalho é testar a hipótese MAR e a hipótese de Jacobs (1969) nas microrregiões de São Paulo, analisando o impacto das externalidades de diversificação ou especialização sobre a capacidade regional de inovar. Adicionalmente, também foi avaliada a influência de outros determinantes da inovação, como a capacidade de realização de P&D, o nível de escolaridade e a suposição de que as inovações realizadas no período anterior influenciam na atividade inovativa da microrregião no período corrente.

Em relação ao processo de difusão do conhecimento, os efeitos dos transbordamentos entre as microrregiões também serão analisados por meio das variáveis defasadas espacialmente, a fim de avaliar a contribuição desses efeitos para a geração e difusão da inovação em São Paulo.

Quanto aos objetivos específicos, o trabalho irá fornecer por meio da exploração das técnicas econométricas espaciais e da análise exploratória de dados espaciais (AEDE), um panorama sobre o sistema de inovação paulista das microrregiões em estudo. A exploração da dimensão espacial e temporal da inovação também será analisada, pela estimação do modelo de dados em painel que lida com o problema da dependência espacial, considerando as interdependências espaciais de inovação entre as microrregiões de São Paulo.

Além disso, a AEDE permite explorar melhor os padrões de associações espaciais (*clusters* espaciais) das patentes *per capita* e visualizar os agrupamentos espaciais significativos ao processo inovativo. Por meio das variáveis explicativas será possível investigar se as variáveis de uma microrregião influenciam as microrregiões vizinhas via efeitos de transbordamentos.

São Paulo é o estado com a estrutura econômica mais diversificada e abrangente do país, pois, das 563 classes da Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) que constam na Relação Anual de Informações Sociais – RAIS (RAIS, 1997), 561 estão presentes em São Paulo. O estado também possui forte concentração em classes com maior propensão a patentear, tanto das indústrias de transformação em geral, como de setores de média e alta tecnologia, além de possuir a maior parte das sedes de grandes empresas nacionais e multinacionais do território nacional (ALBUQUERQUE *et alii*, 2005).

Portanto, a motivação para a pesquisa está centrada na necessidade de haver maior aprofundamento e compreensão da relação entre a difusão de conhecimento tecnológico e a geração regional de inovações. Para tal, o trabalho propõe o uso de método relativamente pouco usado no tema, a saber, modelos de dados em painel com tratamento da dependência espacial. Outro aspecto que reforça a importância do estudo em questão é o uso de uma base de dados que cobre todos os anos do período compreendido entre 1996-2003 para microrregiões de São Paulo. Isso permite uma investigação espacial e temporal do progresso do sistema inovativo em São Paulo.

O estudo está baseado em microdados dos municípios paulistas fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em dados de depósitos de patentes do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), em informações referentes aos trabalhadores qualificados obtida pela base da RAIS, dos valores referentes ao valor de

transformação industrial (VTI) da base da pesquisa industrial anual (PIA), e nas informações sobre escolaridade obtida no Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE). Esses dados permitirão uma análise da atividade inovativa nas 63 microrregiões de São Paulo, no período compreendido entre 1996-2003.

Os principais resultados obtidos pela aplicação das técnicas econométricas espaciais apontam que a especialização produtiva é determinante para a inovação nas microrregiões. Outros fatores se mostraram importantes como: a defasagem temporal da inovação, na qual se verifica que as inovações realizadas no período anterior influenciam a atividade inovativa da microrregião no período atual; a escolaridade, que revela o papel da dotação de capital humano sobre a atividade tecnológica regional; e o transbordamento de conhecimento, que enfatiza os efeitos da atividade tecnológica dos vizinhos sobre a atividade tecnológica das microrregiões.

Como o estado de São Paulo é o principal centro econômico do país, não somente pela concentração de atividades industriais, de instituições financeiras, mas também pela presença de sede de grandes grupos nacionais e internacionais e ampla infra-estrutura, seu estudo permite identificar também as principais características do sistema de inovação brasileiro.

Além desse capítulo introdutório, esse trabalho se organiza em mais 5 capítulos. No capítulo 2 são destacadas as principais discussões relacionadas à inovação, assim como seus fatores determinantes, enfatizando as abordagens teóricas, sua importância e as evidências empíricas dos efeitos de transbordamentos e da atividade inovativa. O terceiro descreve a construção da metodologia, apresentando o modelo teórico, o modelo empírico, o tratamento da base de dados e a descrição das variáveis utilizadas. O quarto capítulo exhibe os resultados da análise exploratória de dados espaciais. O quinto capítulo apura e discute os resultados das estimações dos modelos econométricos e a análise de resultados. Por fim, no capítulo 6, são tecidas as conclusões do trabalho, salientando as contribuições, os principais resultados da atividade inovadora nas microrregiões paulistas e os possíveis avanços e extensões desse trabalho.

## **2 ARCABOUÇO TEÓRICO**

### **2.1 FATORES DETERMINANTES DO PROCESSO INOVATIVO**

A importância da inovação e do progresso tecnológico tem sido amplamente discutida na literatura como fatores constituintes do crescimento econômico. Possas (1988) explica que, na visão schumpeteriana, o crescimento, em termos de inovação tecnológica, apóia-se na capacidade e na iniciativa dos empresários em conjunto com as descobertas de cientistas e inventores, que criam oportunidades totalmente novas para investimentos, crescimento e emprego.

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2001), inovação tecnológica é definida como sendo a implantação ou comercialização de um produto com características de desempenho aprimoradas de modo a fornecer ao consumidor serviços novos e aprimorados. Cabe destacar também que o progresso tecnológico seria o resultado da adoção dos métodos de produção aperfeiçoados, envolvendo mudanças de equipamentos, recursos humanos, métodos de trabalho ou uma combinação destes.

Schumpeter (1934) cita como exemplos de inovações: a introdução de um novo produto ou mudança qualitativa em produto existente, a inovação de um processo que seja novidade para uma indústria, a abertura de um novo mercado, o desenvolvimento de novas fontes de suprimento de matéria-prima ou outros insumos e a mudança organizacional. O processo de inovação também pode envolver grandes mudanças, chamadas de inovações radicais, ou aquelas de menor magnitude, as inovações incrementais (FREEMAN e SOETE, 1997).

Para que ocorra a mudança técnica na inovação é necessário que novas tecnologias concorram com as tecnologias já estabelecidas e, em muitos casos, a substituam. Esse

processo é caracterizado como difusão tecnológica e envolve tanto o aprimoramento incremental de tecnologias já estabelecidas quanto ao uso de novas técnicas (OECD, 2001).

No entanto, Rosenberg (1976) adverte que a difusão não é uma simples duplicação, pois envolve um conjunto de melhorias e outras inovações relacionadas. Dosi (1988a) aborda a questão do processo inovativo como sendo uma seleção natural. O processo depende da natureza e interesse de instituições pontes (órgãos públicos e privados de pesquisa) entre a pesquisa pura e as aplicações econômicas, além do processo de geração de novas tecnologias e a seleção de critérios de mercado.

A abordagem evolucionista<sup>1</sup> destaca a importância da diversidade tecnológica e as formas em que essa variedade se traduz em oportunidades e resultados tecnológicos. Essa diversidade influencia não só a capacidade de inovação da firma, como também, o direcionamento em que elas inovam.

A esse respeito, Dosi (1988a) relaciona a inovação das firmas a vários fatores, tais como: o dinamismo econômico, o aumento da percepção empírica dos fatores tecnológicos em competitividade e o crescimento. Segundo o autor, a inovação envolve a procura, a descoberta, o desenvolvimento, o experimento, a imitação e a adoção de novos produtos e novos processos de produção.

Pavitt (1984) afirma que a inovação é em grande parte favorecida pelo conhecimento tecnológico que se mostra não como “informação” que é genericamente aplicada e facilmente reproduzível, mas como conhecimento que é específico a firmas e algumas aplicações. Também destaca a cumulatividade do seu desenvolvimento e as diferenças setoriais quanto às suas fontes e à sua direção. As diferenças setoriais podem ser classificadas numa taxonomia em que as firmas são classificadas como: (1) dominadas pelos fornecedores; (2) intensivas em produção e (3) baseadas em ciência.

Neste processo de busca e exploração de novas formas de produção, encontra-se o conhecimento tecnológico, que é reconhecido por Dosi (1988a) como uma variável cumulativa. Essa característica aparece sob duas dimensões importantes do processo de mudança tecnológica. A primeira é que o conhecimento tecnológico é localizado e sua imitação ocorre lentamente. Geralmente, é preciso muito tempo para entender uma inovação

---

<sup>1</sup> O artigo “Simulation of Schumpeterian Competition” lança as idéias centrais da abordagem evolucionista sobre a dinâmica da inovação tecnológica em sua relação com a concorrência schumpeteriana. A idéia central da abordagem, no entanto, é comparada à evolução das espécies (teoria darwiniana). As mudanças econômicas têm origem na busca incessante, por parte das firmas, como unidades básicas do processo competitivo, de introduzir inovações de processos e produtos (NELSON e WINTER, 1977).

patenteada, desenvolver protótipos, modificar equipamentos existentes e empenhar-se nas atividades de produção requeridas para introduzir um produto ou processo imitável.

Em relação à segunda dimensão, essa seria explicada pelo pleno desenvolvimento e uso de uma nova tecnologia que envolve processos de aprendizado muito importantes. A unidade produtiva (inovadora ou imitativa) que queira usar uma tecnologia precisa, na maioria das vezes, aprender a manipular o equipamento adequado, a administrar eficientemente sistemas complexos e a entrosar-se com usuários do produto. Nesse contexto, o P&D possui um importante papel nos processos de produção, pois além de gerar inovações, esta atividade aumenta a habilidade de qualquer unidade produtiva, assimilando e explorando informações.

As questões referentes ao P&D e à transferência de tecnologia são definidas por Pavitt e Patel (1991) como sendo de suma importância, principalmente em relação aos elementos tácitos e ao conhecimento tecnológico, incluindo patentes e outras formas de conhecimento codificado. O objetivo do P&D é gerar nova informação, podendo também aumentar a capacidade da firma em assimilar e explorar a informação existente e o aprendizado do novo conhecimento. (COHEN e LEVINTHAL, 1989).

O conhecimento científico e a capacidade de engenharia das indústrias são sustentáculos primários para a inovação. Na maioria dos países, eles residem e passam por um desenvolvimento adicional, em instituições de ciência e tecnologia do setor público. A produção global de conhecimento científico dessas instituições fornece um entendimento essencial e a base teórica para inovações comerciais (COHEN e LEVINTAL, 1989).

## 2.2 PATENTE COMO MEDIDA DA ATIVIDADE INOVADORA

Segundo Garcia (2006, p. 214), a patente é um documento, espécie de fonte da informação tecnológica, que oferece muitas vantagens para a geração de novas tecnologias. É também uma propriedade intelectual que concede a alguém o direito de uso exclusivo, durante certo período, de algo por ele criado ou aperfeiçoado. Sua concessão é um privilégio do Estado para exploração comercial do objeto da patente, por tempo determinado, beneficiando o inventor e a sociedade.

Shy (2001) afirma que o sistema de patentes é bastante útil para encorajar o desenvolvimento de novos produtos, pois, em geral, incentiva a invenção e o progresso técnico, sendo essencial para o crescimento das economias<sup>2</sup>.

O uso das patentes como *proxy* para a avaliação da atividade inovadora, como medida de capacidade tecnológica, tem sido muito utilizado na literatura internacional. Griliches (1990) é uma referência clássica sobre o assunto, destacando as vantagens e desvantagens do uso das estatísticas de patentes.

Porém, o uso das patentes como medida de inovação apresenta certas deficiências e limitações, destacadas por Acs e Audretsch (1989), Griliches (1990) e Johnson e Brown (2004). A principal razão é que nem todas as invenções são patenteadas, pois algumas são mantidas como segredos de mercado. Por outro lado, há patentes de invenções que não se tornarão inovações.

Para Griliches (1990), os esforços para encontrar a medida ideal de inovação podem ser caracterizados como uma tentativa de conseguir um indicador de produto do esforço inovador e, também, como uma das grandes forças motivadoras para a investigação econômica na área de inovação.

Sob esse aspecto, Trajtenberg (1990) considera que as patentes seriam o resultado dos gastos feitos em P&D e que o número de patentes depositadas durante um ano é o saldo do investimento em P&D feito por pelo menos dois anos antes. Para alguns setores específicos, a defasagem seria ainda maior.

Com a crescente importância da inovação como condutora do crescimento das firmas, seria interessante avaliar o impacto da atividade inovativa em indicadores de desempenho. Para isso, a variável indicadora (patente) deve possuir uma alta correlação com a inovação. No entanto, sabe-se que nenhum indicador possui uma correlação perfeita a ponto de prescindir das demais.

Nesse intuito, o propósito do trabalho empírico de Acs e Audretsch (1989) foi o de testar se as patentes são, de fato, uma *proxy* confiável para a representação da atividade inovadora. Os resultados indicaram que as patentes fornecem uma medida crível da atividade inovativa, tanto que a intensidade de capital da firma é positivamente relacionada ao número de patentes. Os gastos de P&D das firmas, utilizadas como variáveis explicativas, mostraram uma forte correlação com a atividade de patentes e outras variáveis como o conhecimento e o

---

<sup>2</sup> Ao contrário, Boldrin e Levine (2008) afirmam que a inovação prospera sem o sistema de patentes nos setores em que a imitação é barata e onde há um grande número de empresas competindo acirradamente. As empresas não consideram as patentes como um fator decisivo na sua decisão de inovar.

trabalho qualificado que também são positivamente relacionados com a atividade inovadora mensuradas por patentes.

A atividade tecnológica da China foi descrita por Sun (2000), que utilizou modelos de regressão relacionados às patentes com variáveis relacionadas à infra-estrutura técnica, incluindo produtores de serviços e o desenvolvimento da transferência de tecnologia no mercado e à demanda. Os resultados mostraram que as patentes são altamente concentradas na China, fornecendo novas evidências que confirmam observações similares em economias desenvolvidas.

Paci e Usai (2007) encontraram autocorrelação espacial positiva para 175 regiões dos 17 países da Europa. Os autores consideraram as citações de patentes no *European Patent Office* (EPO), classificados pelos setores a 3 dígitos. Também foram incluídas as seguintes variáveis explicativas: distância geográfica, distância entre regiões especializadas nos mesmos setores, esforços tecnológicos, distância entre regiões que possuem níveis econômicos similares, *dummy* para contigüidade geográfica, *dummy* para captar a migração e os fluxos comerciais entre as regiões e *dummy* regional contendo efeitos fixos capaz de captar a influência não apropriadamente mensurada pelas outras variáveis.

Dentre os resultados, foi constatado que as regiões que compartilham fronteiras são mais propícias a citarem as mesmas patentes. Além disso, os fluxos de citações de patentes são altamente concentrados espacialmente quando as duas regiões pertencem ao mesmo país. Logo, uma forma de chamar a atenção do investidor para o novo produto é através do depósito da patente.

### 2.3 TRANSBORDAMENTOS DE CONHECIMENTO TECNOLÓGICO

No contexto do sistema inovativo, a competitividade internacional e as rápidas mudanças tecnológicas exigem que as firmas constantemente aprimorem seus processos e lancem novos produtos. Nesse sentido, o papel do espaço geográfico é determinante em termos de facilitar a inovação e, por conseguinte, aumentar a competitividade de empresas aglomeradas num território particular.

A importância do espaço como elemento que propicia inovação está vinculada ao tipo de conhecimento. O conhecimento pode ser classificado sob diversos aspectos: universal ou específico, articulado ou tácito e público ou privado (DOSI, 1988b).

As partes do conhecimento que compõem a inovação podem estar vinculadas à ciência (ou princípios de ampla aplicação e bem conhecidos), a modos particulares de fazer coisas, à

experiência do produtor e do usuário etc. Outras partes destes conhecimentos podem ser bem articuladas e detalhadas em manuais e artigos (codificados), sendo facilmente transferidos. Há também partes que são tácitas, só aprendidas por meio da prática ou de exemplos práticos (DOSI, 1988a).

As informações e o conhecimento codificado podem ser facilmente transferidos através do mundo, mas o conhecimento não codificado, aquele que permanece tácito, só pode ser efetivamente transferido se houver interação social. Tal interação se dá de forma localizada e enraizada em organizações e locais específicos (LEMOS, 1999).

Além disso, o conhecimento tácito envolve o aprendizado adquirido pela experiência, habilidade e recursos disponíveis no ambiente do indivíduo. Geralmente, o termo aprendizado tem sido utilizado para referir-se à aquisição de melhorias de habilidades e conhecimentos, indicando que as firmas aumentam sua capacidade de gerenciar tecnologia e implementar a mudança técnica (BELL, 1984).

A importância da proximidade territorial na promoção do aprendizado é caracterizada pela natureza local dos transbordamentos de conhecimento, que são limitados geograficamente e baseados na proximidade geográfica das firmas e indústrias fornecedoras de insumos e produtos, como também de universidades e instituições de pesquisa que caracterizam a capacidade de geração de conhecimento da economia local (ACS *et alii*, 1994; AUDRETSCH e FELDMAN, 1996; JAFFE *et alii*, 1993).

A aglomeração local de empresas se explica não apenas pelos atributos específicos das firmas estabelecidas e da localidade, mas também pelo fato de essas firmas estarem situadas e serem favorecidas pela existência de atividades industriais em lugares vizinhos. As vantagens da vizinhança provocam os efeitos de transbordamento e encadeamentos, que surgem de diversas maneiras: redução de custos no fornecimento de insumos, formação de mercado regional de trabalho especializado e facilidade de acesso a informações relevantes às novas tecnologias (LEMOS *et alii*, 2005b).

Lemos *et alii* (2006) também destacam que os transbordamentos são imprescindíveis ao desenvolvimento econômico, pois para uma indústria dependente de inovações tecnológicas, o potencial científico será tão importante quanto à infra-estrutura urbana e financeira. O papel do conhecimento científico é fundamental nas indústrias e firmas da localidade, pois permite a troca e a difusão das informações tanto no âmbito das empresas quanto no próprio ambiente local.

A proximidade entre as firmas inovadoras facilita o processo de compartilhamento e difusão do conhecimento entre elas. Isso ocorre não somente entre as firmas inovadoras que

possuem seu próprio esforço em pesquisa, mas também a partir do compartilhamento do P&D desenvolvido por outras instituições locais, que são geralmente as fontes de capacidade inovativa de muitas indústrias (ACS e AUDRETSCH, 1989; JAFFE *et alii*, 1993).

A atividade inovativa de alguns setores industriais tende a se aglomerar onde os fluxos de conhecimento e a produção são mais concentrados espacialmente. Audretsch e Feldman (1996) explicam que a propensão a inovar dos *clusters* geográficos varia através dos setores. Os autores utilizaram as seguintes variáveis explicativas na regressão que procura explicar a concentração da produção e da inovação: coeficiente de Gini de produção, coeficiente de Gini de inovação, recursos naturais, o tamanho de escala das firmas, o custo de transporte, o P&D das indústrias, trabalho qualificado e a pesquisa universitária.

A análise contou com 8.074 estabelecimentos comerciais nos Estados Unidos, classificadas a quatro dígitos na classificação industrial norte-americana<sup>3</sup>. Os resultados apontaram uma significativa concentração espacial da atividade inovativa, especialmente das indústrias fabricantes de computadores. A explicação para esse fato decorre da relação entre os transbordamentos de conhecimento da indústria e a atividade inovadora das aglomerações.

Alguns fatores contribuem para que ocorra o transbordamento de conhecimento, tais como: a proximidade local com as firmas que possuem funções e atividades semelhantes, proximidade com fornecedores de insumos e serviços (reduzindo os custos na produção dos bens). Esses elementos contribuem para que pequenas firmas, mesmo empreendendo pouco P&D, contribuam para a atividade inovadora em indústrias emergentes (biotecnologia e software).

Porém, os transbordamentos de conhecimento não se distribuem de forma equânime entre as regiões. A atividade inovativa fica mais geograficamente reunida onde a produção é também geograficamente concentrada, pois a maior parte das firmas, nesse caso, está localizada nas proximidades. O conhecimento tecnológico gerado por elas determinará a distribuição espacial da produção, assim como da inovação.

Audretsch (1998) e Feldman e Florida (1994) enfatizam que a inovação é mais concentrada nas indústrias em que os transbordamentos de conhecimento são prevaletentes. Há também grande transmissão do conhecimento econômico através dos trabalhadores com habilidade e com alto nível de capital humano.

Segundo Orlando (2000), os transbordamentos são maiores entre os vizinhos tecnológicos pois a capacidade do uso produtivo do conhecimento de outras firmas depende,

---

<sup>3</sup> *Standard Industrial Classification* (SIC).

também do grau de similaridade tecnológica entre as firmas. Cada tecnologia possui algum conjunto de aplicações que é exclusivo.

## 2.4 ECONOMIAS DE AGLOMERAÇÃO E A DINÂMICA DOS EFEITOS DAS EXTERNALIDADES

A idéia de que a concentração da inovação pode ser um resultado não somente da concentração de pessoas e atividades produtivas, mas também da aglomeração de indústrias especializadas em um setor é bastante discutida na literatura. Do ponto de vista das firmas, a explicação para o fenômeno da concentração espacial é a existência de externalidades positivas ou economias de aglomeração, que podem ser entendidas como de urbanização (JACOBS, 1969) ou de localização (MARSHALL, 1982).

Hoover (1936) classifica as economias de aglomeração da seguinte forma: economias de localização, baseadas nas idéias de Marshall (1982), são economias de escala externas às firmas, mas internas a um setor de atividade de um centro urbano; e as economias de urbanização são economias externas às firmas, mas internas ao centro urbano. As economias agem sobre todas as firmas das várias indústrias de um centro urbano e dependem do nível global de atividade naquela localização. A referência básica para esse assunto é Jacobs (1969).

O conceito de economias de aglomeração (*clusters*), que possuem como aspecto central a proximidade territorial de agentes econômicos, políticos e sociais, envolve diversos tipos de externalidades, que explicam tanto a aglomeração espacial da produção quanto da inovação, tendo em vista que as concentrações espaciais da produção e da inovação são muito correlacionadas (AUDRETSCH e FELDMAN, 1996)

Marshall (1982), um dos precursores na literatura sobre economias de aglomeração, descreve as vantagens da concentração de indústrias especializadas em certas localidades. Muitas são as causas que levam à localização das indústrias, tais como: as condições físicas geográficas e o fácil acesso às vias de escoamento da produção. Outro fator pode ser considerado de caráter acidental, como uma indústria beneficiada pelo desenvolvimento local e influenciada pelo fácil comércio.

Segundo o autor, uma indústria localizada, ou seja, uma indústria concentrada em certas localidades tem a vantagem de criar mercado de trabalho com mão-de-obra especializada. Além disso, com indivíduos que possuem a mesma profissão e conhecimentos técnicos especializados, este mercado constante para a mão-de-obra especializada se depara

com alto poder de empregabilidade, pois os padrões estariam sempre dispostos a recorrer a uma boa seleção de indivíduos dotados da especialização na área.

A conexão existente entre fornecedores e usuários traduz a forma pelo qual as firmas que participam de uma indústria localizada se especializam nos segmentos de produção, provendo matérias-primas, bens e serviços intermediários à atividade principal local.

Os transbordamentos de conhecimento acontecem quando há relações informais entre firmas e instituições de ensino e pesquisa, por intermédio de contatos face a face, que facilitam as trocas de informações técnicas e organizacionais relevantes para a melhoria de produtos e processos da indústria localizada. Essas interações são viabilizadas e permitidas pela proximidade geográfica. O conhecimento adquirido entre os agentes locais também pode-se chamar de conhecimento local tácito não codificado.

Marshall (1982) aborda os efeitos dos transbordamentos regionais destacando elementos que ele considera importantes para o desenvolvimento local, tais como: mão de obra qualificada, meios de comunicação acessíveis e baixos custos de transporte. Esses fatores contribuíram para que uma maior quantidade de pessoas se localizassem nas cidades ou próxima delas, já que a disposição das pessoas a emigrar diminuiu, fazendo com que os trabalhadores especializados se agrupassem perto do mercado consumidor.

Os fluxos de conhecimento provenientes nas grandes cidades são justificados por causa da grande concentração de profissionais qualificados no trabalho, fornecedores e grande quantidade de instituições de pesquisa regionais, tais como: universidades, associações comerciais e organizações de negócios locais, que podem ser definidos como semicondutores para as firmas, no que tange ao processo de conhecimento (AUDRETSCH, 1998).

A interação entre as pessoas nas cidades na geração de novas idéias e produtos explica o processo de difusão da inovação e os transbordamentos proporcionados pelas indústrias de diversos setores (JACOBS, 1969). A significativa contribuição das interações consiste na explicação de que a concentração de economias de aglomeração em áreas urbanas permite atingir maior eficiência estática reduzindo, assim, a incerteza e o risco do processo inovador (WOOD, 2001).

Os transbordamentos de conhecimento nesse caso, são desencadeados na forma pela qual essas informações estão incorporadas nas pessoas por meio de suas habilidades, *know-how* e o seu próprio conhecimento tácito sobre determinado assunto, assim como o constante empenho do avanço tecnológico. As idéias incorporadas nas pessoas constituem a chave para o desenvolvimento de certos setores industriais, gerando externalidades geográficas que surgem dentro da região através de cientistas e pesquisadores que residem naquele local.

Feldman e Audretsch (1999) também citam a existência de transbordamentos provenientes de conhecimento incorporado nos bens, o qual somente se consegue transferir por meio do comércio.

Considerando os efeitos regionais de transbordamentos nas áreas metropolitanas norte-americanas, Carlino *et alii* (2001) mostram que a taxa de patenteamento está relacionada com a densidade de emprego da região urbanizada. Esse resultado não apenas caracteriza a importância dos fluxos de informação, mas também a importância dos fluxos de informação presente nas cidades e nas pessoas.

De acordo com a literatura de crescimento endógeno (ROMER, 1986; 1990), os transbordamentos de conhecimento ou externalidades são vistos como motores do crescimento. Essas externalidades levam a retornos crescentes de escala dentro de regiões geograficamente delimitadas e também com altas taxas de crescimento (GLAESER *et alii*, 1992).

Glaeser *et alii* (1992) consideram dois tipos de externalidades: a da especialização, que aborda as teorias de autores como Marshall (1982), Arrow (1962) e Romer (1986), constituindo o acrônimo (MAR) e o da diversificação, defendido por Jacobs (1969).

Se, para Marshall, o que gera externalidades é a especialização da cidade num mesmo setor industrial, para Jacobs (1969) a principal fonte e a mais significativa das externalidades é a diversidade de atividades econômicas desenvolvidas nas cidades.

Jacobs (1969) considera que os transbordamentos inter-industriais são as mais importantes fontes da criação do novo conhecimento. As externalidades de diversificação que ocorrem entre os setores industriais são favorecidas pela transferência de conhecimento que vêm de fora. Como resultado, a variedade e a diversidade desses setores localizados próximos, ao contrário dos setores especializados e geograficamente concentrados, promovem inovação e crescimento (GLAESER *et alii*, 1992; GREUNZ, 2002; PANNE, 2004).

As externalidades de diversificação consistem na troca complementar de conhecimento através de diversas firmas e agentes econômicos que facilitam a busca e os experimentos na inovação favorecendo a criação de novas idéias. A estrutura de indústrias diversificadas locais conduz ao aumento de retornos e a diversificação das externalidades.

Porter (1990), que segue a corrente teórica da externalidade de MAR, argumenta que os transbordamentos de conhecimento em setores especializados e geograficamente concentrados estimulam o crescimento, e que a competição local, em oposição ao monopólio local, promove a busca e a rápida adoção de inovação.

No entanto, existe uma diferença entre a teoria de MAR e a de Porter (1990), que consiste no papel da competição. Porter (1990) argumenta que embora a competição reduza os retornos para o agente inovador, isso acaba aumentando sua influência para realizar a inovação. A competição é mais conducente às externalidades de conhecimento do que um monopólio local (AUDRETSCH, 1998). A competição promove não somente a geração de novas idéias, como também a entrada de novas firmas especializadas num setor específico e, portanto, a busca por produtos de maior qualidade ao mercado.

O quadro abaixo sumariza os dois tipos de externalidades e explica como elas são formadas pela composição da atividade econômica dentro de uma região geográfica particular.

**Quadro 1 - Sumário comparativo entre as externalidades de especialização e diversificação**

Estrutura Industrial	Competição Industrial favorecendo a inovação	Monopólio Industrial favorecendo a inovação	Conceito teórico
Especialização	Porter	MAR	Política focada no desenvolvimento de um conjunto restrito de atividades econômicas dentro de uma região a fim de alcançar o melhor produto inovador.
Diversificação	Jacobs	-	A região geográfica compreende um conjunto de diversas atividades econômicas que tenderão a alcançar o melhor produto em termos de atividades inovadoras.

Fonte: Adaptado de Greunz (2002)

## 2.5 EVIDÊNCIA EMPÍRICA DOS FATORES DETERMINANTES DA INOVAÇÃO: ANÁLISE DAS DIVERSIFICAÇÕES E ESPECIALIZAÇÕES PRODUTIVAS

A literatura empírica sobre o assunto destaca a importância das externalidades decorrentes das atividades de P&D (FELDMAN e AUDRETSCH, 1999; FELDMAN e FLORIDA, 1994; GREUNZ, 2002; JAFFE, 1989; JAFFE *et alii*, 1993). As externalidades, segundo os autores, provêm das atividades relacionadas ao P&D do mundo empresarial e do acadêmico (instituições de pesquisa). A proximidade entre os agentes facilita a geração de novo conhecimento, gerando externalidades, não somente para esses agentes, mas também, para outras atividades econômicas territoriais.

Greunz (2004) afirma que as externalidades de especialização (MAR), associadas com o aumento na concentração de uma indústria específica, dentro do espaço geográfico de uma região, facilitam os transbordamentos de conhecimento através das firmas. Tais

transbordamentos são capazes de surgir entre empresas do mesmo setor e podem ser apoiadas por concentrações regionais de um segmento do setor industrial (PANNE, 2004).

No entanto, as investigações sobre a inovação e as externalidades de aglomeração permanecem inconclusivas quanto ao efeito da especialização e da diversificação das estruturas locais produtivas sobre a capacidade de inovação (PANNE, 2004). Segundo a literatura internacional<sup>4</sup> é importante que se faça uma análise dos principais setores tecnológicos, destacando sua influência nas externalidades da inovação naquela região.

Com o intuito de identificar os determinantes da inovação no oeste da Alemanha, Bode (2004) utilizou diferentes especificações para captar os transbordamentos de conhecimento inter-regionais.

O modelo empírico utilizado, sob a forma de função logarítmica, além da variável dependente (número de patentes das firmas em 1998) continha como variáveis explicativas: a quantidade de empregos em P&D de 1997; o estoque de conhecimento específico sendo sua *proxy* a defasagem da variável de empregos em P&D (a média dos anos de 1987 a 1995); o tamanho da região, tendo como *proxy* o total de empregos da região (média entre os anos de 1996 e 1998); a participação das pequenas firmas com menos de 20 empregados em 1987; a participação das grandes firmas com 500 ou mais empregados; a taxa de emprego das indústrias de serviço, a intensidade de patenteamento das indústrias da região e a defasagem espacial das patentes, sendo uma *proxy* dos transbordamentos de conhecimento inter-regionais.

As conclusões do autor são que, aparentemente, apenas as regiões com menos inovações, regiões com poucos pesquisadores na localidade, beneficiam-se dos transbordamentos de conhecimento inter-regionais. E, ao contrário, regiões altamente inovadoras, com grande número de pesquisadores, não se beneficiam de transbordamentos de conhecimento inter-regionais.

A justificativa para essa curiosa ocorrência seria uma maior exigência da troca de informações pelo contato face a face, nas regiões com baixa densidade de P&D, devido ao número limitado de pesquisadores, nas regiões com pouca atividade inovativa, o que favorece a troca e a difusão de conhecimento entre eles. Além disso, a *proxy* dos transbordamentos de conhecimento inter-regionais indicou que as regiões se beneficiam da proximidade com outras

---

<sup>4</sup> Podemos citar algumas referências sobre o assunto na literatura internacional: Audretsch (1998); Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007); Ejerme (2004); Feldman e Audretsch (1999), Glaeser *et alii* (1992); Greunz (2004); Henderson (1997) e Panne (2004).

regiões altamente inovativas e, quanto menor a distância entre duas regiões, maior a intensidade dos transbordamentos.

No tocante à concentração geográfica das firmas, Feldman e Florida (1994) investigam as dimensões e as condições estruturais da inovação nos estados dos EUA, sendo a atividade inovativa um fator chave ao processo geográfico. O objetivo é também destacar que a capacidade de inovar está além das fronteiras organizacionais da firma. Tendo como variável dependente o número de inovações para o setor de atividade do estado, foi estimado um modelo que tinha como variáveis explicativas a pesquisa universitária, o P&D industrial, a presença de firmas cujas atividades são relacionadas, o índice de concentração geográfica, a população do Estado e o valor das vendas das indústrias da localidade, considerados também como fontes importantes da inovação geográfica.

Os resultados comprovam que a inovação está relacionada às concentrações geográficas do P&D industrial, da pesquisa universitária e às firmas com intensas relações intersetoriais. Tal comprovação implica uma significativa sinergia e reforço mútuo entre os fatores que compreendem a infra-estrutura tecnológica. Também aponta que existe uma relevante especialização geográfica na infra-estrutura tecnológica de vários lugares.

A inovação, segundo os autores, tem sua origem numa estrutura espacial e social ampla, definida por um conjunto aglomerado de instituições econômicas e sociais sinérgicas, que também compõem a infra-estrutura tecnológica nos EUA.

Bilbao-Osorio e Rodríguez-Pose (2004) pesquisaram se a inovação promove crescimento econômico através das regiões da União Européia e, também, se existem diferenças entre os padrões de inovação e crescimento econômico nas regiões chamadas por eles de periféricas e não-periféricas.

A variável dependente utilizada foi o logaritmo da média do número de depósito de patentes *per capita* para cada região entre os anos de 1995 e 1998. Tal medida foi adotada para minimizar os efeitos das flutuações anuais, o que se torna relevante na comparação das regiões com baixo número de depósito de patentes.

A análise teve as seguintes variáveis explicativas: o PIB *per capita* das regiões; o P&D (público e privado), representado pelo investimento em P&D nas instituições; qualificação, que foi representada pela adoção de uma medida dos anos de estudo da população adulta como nível de qualificação; estrutura econômica, representada pela percentagem da população que trabalha no setor das indústrias de alta tecnologia e no setor de serviços e, finalmente a taxa de emprego, que denota a percentagem da população empregada.

Os resultados obtidos na análise indicaram que o investimento em P&D, como um todo e, o investimento no ensino superior nas regiões periféricas da União Européia é positivamente associado à inovação. As forças da associação entre o P&D e a inovação estão subordinadas às características sócio-econômicas específicas de cada região. Esses fatores peculiares também afetam a capacidade de cada localidade em transformar investimento de P&D em inovação e, eventualmente, a inovação em crescimento econômico.

Sobre esse assunto, Co (2002) encontrou, pela estimação em dados em painel nos estados dos EUA, no período de 1963 a 1997, a ocorrência de que o P&D universitário não contribui para a inovação americana. O modelo possui como variáveis explicativas o índice de especialização, o crescimento populacional, a renda *per capita*, o P&D das indústrias, o P&D acadêmico e o total gasto em P&D de todo os estados.

Fatores como renda *per capita*, disponibilidade de trabalhadores qualificados e diversos setores ligados à área tecnológica auxiliam a região na transformação do P&D (universitário e industrial) em inovação. Além disso, observou-se que a diversificação propicia a atividade inovativa nas regiões. Segundo Co (2002) as inovações geradas por uma única atividade industrial podem ser utilizadas por outras atividades setoriais na indústria, diversificando ainda mais a estrutura industrial.

Na tentativa de investigar o impacto dos transbordamentos de conhecimento e a cooperação em P&D nas atividades inovativas em três regiões da Alemanha, Fritsch e Franke (2004) estimaram uma regressão no qual puderam identificar as diferenças inter-regionais. O modelo sob a forma logarítmica teve como variável dependente dois indicadores para os resultados das atividades de P&D das empresas, adquiridos através de um questionário nas empresas da região com dez ou mais empregados.

O primeiro indicador foi obtido por meio das patentes da empresa, investigando se houve ou não o patenteamento do produto nos últimos três anos. Nesse caso, foi usado o modelo logit na estimação que atribuiu valor unitário à dependente se houve inovação e zero no caso contrário. Por outro lado, o segundo indicador utilizou o número de inovações patenteadas, como variável dependente, adotando o modelo de Poisson.

As variáveis explicativas utilizadas nos dois modelos foram semelhantes: gastos em P&D; gastos em P&D de uma mesma indústria; os gastos de P&D em indústrias diversas; *dummies* regionais; índice para o grau de aglomeração, variável de controle para todos os tipos de fatores regionais (níveis de preços, densidade populacional, economias de aglomeração) e o índice de Herfindhal, medida do grau de concentração do mercado.

Os resultados obtidos em ambos os modelos permitiram identificar, por intermédio do através do coeficiente negativo do índice de Herfindhal, que a grande concentração de mercado tende a levar um impacto negativo no número de patentes geradas. Além disso, demonstrou-se que existem diferenças significativas entre as regiões, no que diz respeito à produtividade das atividades de P&D e quanto aos transbordamentos de conhecimento.

Os autores também constataram que nas regiões onde as empresas privadas possuem uma alta propensão na cooperação de P&D (firmas e instituições de pesquisa), isso não tende a se refletir em alta propensão de ocorrências de inovações. Isso dignifica dizer que, diferentemente das relações de cooperação entre o P&D de órgãos públicos, no caso das firmas privadas, o papel dos transbordamentos de conhecimento é menor.

Além disso, o coeficiente negativo do índice de aglomeração sugere que a localização dos atores (firmas, instituições de pesquisa, pesquisadores) em um centro possui um impacto negativo na propensão a patentear e nenhum efeito sobre o número de patentes. Isso significa dizer que o fator atrativo para as atividades inovadoras é o transbordamento de conhecimento de outros atores localizados naquela região.

Koo (2005) também relacionou a questão dos transbordamentos de conhecimento tecnológico à aglomeração de firmas, afirmando que ambos reforçam-se mutuamente. A principal argumentação do autor é a de que os transbordamentos de conhecimento influenciarão na decisão de localização das firmas, particularmente em regiões metropolitanas dos EUA, se os mesmos são tão importantes para a atividade econômica das firmas.

O autor utilizou os gastos de P&D das firmas na localidade como variável dependente e *proxy* dos transbordamentos de conhecimento, contra as seguintes variáveis explicativas: de aglomeração das firmas, o índice de especialização, o índice de diversificação e a competição local das firmas. Os resultados apontaram que as estratégias das firmas baseadas na especialização foram favoráveis aos transbordamentos de conhecimento tecnológico. Além disso, os setores industriais mais intensivos em conhecimento são mais suscetíveis de gerar um alto nível de transbordamentos de conhecimentos. Ao contrário, a aglomeração, a diversificação e a competição local não contribuem para os transbordamentos de conhecimento nas áreas metropolitanas. Em suma, no resultado final apontou-se que a especialização desempenha um papel mais importante do que a diversificação, quando se trata de transbordamentos de conhecimento das áreas metropolitanas dos EUA.

Koo (2007) prossegue na investigação quanto aos atributos regionais e industriais que influenciam na localização dos transbordamentos tecnológicos nas regiões metropolitanas dos EUA. Para isso, o autor utiliza como variável dependente os transbordamentos tecnológicos

localizados, tendo como referência as citações de patentes das firmas da região. E, dentre as variáveis explicativas, podem-se citar algumas como: a aglomeração das firmas, o índice de especialização, o índice de diversificação, a competição local, a taxa de mudança tecnológica e a intensidade de conhecimento da indústria.

Os resultados apontam que a localização dos transbordamentos tecnológicos é um fator importante para firmas intensivas em conhecimento tecnológico, que compartilham a mesma base de conhecimento. Os efeitos dos índices de especialização e diversificação sobre os transbordamentos tecnológicos variam de acordo com o tipo de firma, de acordo com sua intensidade de conhecimento tecnológico. Outro aspecto observado é que a forte presença de pequenas firmas pode não ser tão favorável quanto as grandes firmas na localização dos transbordamentos tecnológicos, particularmente nas firmas com grande potencial de conhecimento tecnológico.

Glaeser *et alii* (1992) testaram as implicações das novas teorias do crescimento, a partir de Jacobs (1969), Porter (1990) e Romer (1986), sobre o processo de concentração das atividades. Encontraram evidências de que o crescimento do emprego nas seis maiores indústrias em 170 cidades metropolitanas dos Estados Unidos nos anos de 1956 e 1987 é positivamente correlacionado com o emprego nos diferentes setores da indústria.

A principal argumentação teórica dos autores é a de que a hipótese de Jacobs (1969) é importante para o crescimento e, portanto, as cidades com maior nível de diversificação industrial devem apresentar maior crescimento do emprego nesse período. Ou seja, os resultados indicam que as externalidades de conhecimento são mais importantes quando ocorrem nos diferentes setores industriais do que no mesmo setor industrial.

Logo, o trabalho encontrou evidências empíricas para a diversidade industrial, mas não para a especialização e outro fator relevante foi o resultado do grau de competição entre firmas de uma mesma indústria, que indica impactos positivos sobre o crescimento do emprego industrial

Feldman e Audretsch (1999) realizaram uma pesquisa sobre a composição da atividade econômica mensurada pelas invenções patenteadas, como *proxy* da inovação nos EUA<sup>5</sup>. O objetivo foi testar se a especialização da atividade econômica, ou a diversidade,

---

<sup>5</sup> A base de dados consistiu na introdução de novos produtos reunidos em anúncios de mais de 100 seções de revista abrangendo tecnologia, engenharia e comércio. Das seções de cada revista constava uma listagem de novos produtos, a base das inovações foi constituída pelos quatro dígitos da classificação industrial padrão (SIC). A análise foi baseada em 3969 novos produtos inovadores, no qual o endereço do estabelecimento pôde ser identificado (FELDMAN e AUDRETSCH, 1999, p. 414)

através das atividades complementares da indústria são mais favoráveis à promoção da inovação.

As variáveis contidas no modelo tentaram captar os efeitos das externalidades da diversificação e/ou especialização. Para tal, utilizou-se como variável dependente o total do número de inovações da firma contra os gastos em P&D da firma elevado ao quadrado e as medidas de diversificação e de especialização da produção.

A regressão foi estimada em quatro etapas. Verificou-se que nos resultados há uma relação positiva entre os gastos em P&D e a inovação. Além disso, o coeficiente negativo do termo quadrático sugeriu que, embora a inovação tenda a responder positivamente ao aumento de investimentos em insumos de P&D, o dobro deste insumo resulta em decréscimo da inovação, revelando, portanto, a restrição tecnológica da firma.

Comprovou-se, também, que tanto a diversidade inovativa dentro de indústrias que compartilham uma base científica comum, quanto a especialização, possuem coeficientes positivos, indicando que ambas as hipóteses de externalidades propiciam a geração de inovações. No entanto, o sinal do coeficiente de especialização é somente positivo quando não há inclusão da variável de diversificação, pois quando se inclui a mesma, o coeficiente negativo da variável de especialização sugere uma menor geração das inovações.

Portanto, o resultado da pesquisa realizada nos EUA informa que quando há especialização do setor industrial a promoção da inovação é menor do que o processo inovativo gerado por diferentes setores industriais. Os autores comprovam que a diversidade tende a promover um resultado inovador significativo e maior do que o proporcionado pela especialização.

No trabalho de Ejerme (2004), o caso sueco foi analisado para testar a hipótese de Jacobs (1969). A base de dados foi dividida em 30 classes tecnológicas<sup>6</sup> em relação a três países (EUA, Alemanha e Japão), no período compreendido entre 1982 a 1993, com base nas informações da Agência Européia de Patentes (EPO).

Além do uso das patentes na mensuração da diversidade regional, foram construídas outras medidas a fim de obter a melhor *proxy* para o grau de diversificação tecnológica. Para verificar o grau de diversidade tecnológica entre classes tecnológicas, segundo a Classificação Internacional de Patentes (IPC), foi construído um índice capaz de expressar as similaridades

---

<sup>6</sup> As classes tecnológicas são as seguintes: Engenharia Elétrica, Tecnologia Audiovisual, Telecomunicação, Informação Tecnológica, Semicondutores, Óticas, Controle Tecnológico, Biomedicina, Química Orgânica, Polímeros, Farmacêutica, Biotecnologia, Materiais, Indústria Alimentícia, Química Básica, Engenharia Química, Engenharia de Superfície, Processamento de Materiais, Processos Térmicos, Máquinas e Ferramentas, Processamento de Materiais, Motores, Elementos Mecânicos, Manuseamento, Processamento de Alimentos, Transporte, Engenharia Nuclear, Tecnologia Espacial, Bens de Consumo, Engenharia Civil.

entre as classes e os grupos tecnológicos. Se o índice fosse próximo de zero, indicava diversificação. Se o valor fosse próximo da unidade, havia uma especialização tecnológica na região. Seu objetivo foi o de mostrar que muitas patentes em diferentes classes podem resultar em grandes oportunidades tecnológicas (Dosi, 1988a) e, assim, uma maior propensão ao patenteamento.

Os resultados indicaram que há uma alta concentração da atividade de patenteamento nas regiões de maior densidade populacional e que os altos valores do índice em algumas regiões mostraram que a especialização tecnológica condiz com os altos níveis de depósito de patentes nessas regiões. Os dados das patentes foram divididos em dois períodos, a saber 1982-1990 e 1991-1999.

Para estimar a regressão na qual a variável dependente foi o depósito de patentes do período 1991-1999, foram utilizadas as seguintes variáveis explicativas: diversidade tecnológica (1982-1990), depósito de patentes (1982-1990) e a soma do emprego (1991-1999).

A justificativa para o uso da variável de diversidade no período anterior se deve ao fato de que o desenvolvimento das inovações é visto como dependente da especialização/diversificação que é realizada no período anterior às inovações. O uso do depósito das patentes, também em período anterior, seria uma *proxy* das oportunidades na região para futuras atividades inovadoras.

Finalmente, a soma do emprego é aplicada na regressão para reforçar a importância da aglomeração nas regiões, pois há uma maior tendência de ocorrência de externalidades nas regiões mais densamente populosas.

O resultado da regressão mostrou que a especialização tecnológica aumenta o patenteamento nas regiões da Suécia. A justificativa para tal resultado estaria vinculada à unidade de observação que, no caso, era de menor extensão territorial em relação à de outros trabalhos, que consideravam estados.

Greunz (2004) analisou se a composição da atividade industrial influenciava a inovação em 153 regiões da Europa. O trabalho foi baseado no modelo que integra diferentes tipos de medidas como as destinadas a captar as externalidades de Jacobs (1969) e as que procuram apreender as externalidades de MAR, além de outras variáveis que integravam os setores específicos das regiões que eram compostas por dezesseis setores produtivos.

O objetivo da pesquisa foi testar se ambos os tipos de externalidades influenciavam a inovação significativamente. Com isso, tentou-se examinar os impactos das externalidades de

MAR e/ou JACOBS na inovação entre as diferentes indústrias localizadas nas áreas metropolitanas da região.

A regressão contou com a variável dependente, o depósito de patentes, contra as variáveis explicativas como: a especialização e diversificação da produção; o somatório das patentes considerando-se as diferenças setoriais como *proxy* da oportunidade tecnológica; média da população total; taxa média dos empregos em serviços intensivos em conhecimento e o índice de Theil como *proxy* para a dispersão da atividade industrial.

Os resultados indicaram que a atividade de patenteamento das regiões da Europa é influenciada por ambas as externalidades, as externalidades de MAR, que são decorrentes da especialização industrial e as externalidades de Jacobs (1969), associadas com a diversidade da estrutura industrial nas regiões europeias.

Contudo, Greunz (2004) destaca que, quando os setores de diferentes intensidades tecnológicas são diversificados, verifica-se que as inovações de alta tecnologia em regiões com alta densidade populacional dependem exclusivamente das externalidades de Jacobs (1969). Essas regiões são pouco influenciadas pelas externalidades do tipo MAR.

Este resultado significa dizer que quanto maior a intensidade tecnológica de uma atividade industrial, mais a inovação dependerá da diversificação. Ao contrário, para os setores com baixa intensidade tecnológica, as externalidades de MAR permanecem significativas e seu impacto na inovação aumenta com o decréscimo da intensidade tecnológica das firmas.

Paci e Usai (2000) investigaram o papel das externalidades de especialização e diversificação na aglomeração das atividades inovativas. Mais especificamente, identificaram em que medida o grau de especialização e diversificação podem afetar o produto resultante de uma firma inovativa em um local específico.

O estudo contou com a base de dados dos pedidos de patentes dos sistemas locais de trabalho na Itália. Os sistemas locais consistem na agregação dos municípios com o maior grau de centralidade e proximidade com outros municípios no qual concentram os fluxos de trabalho. Para avaliar os efeitos da especialização e da diversificação foram usados os respectivos índices, além de uma *proxy* para a oportunidade tecnológica, medidos pelas patentes do setor da firma localizado no sistema local de trabalho.

Os resultados da estimação indicaram sinais claros de que a distribuição espacial das atividades inovativas entre os distritos locais da Itália é afetada por ambos os tipos de externalidades, o de especialização e o de diversificação. Ademais, o desempenho das externalidades de especialização é diferente dependendo da natureza do sistema local, por

exemplo, se for uma área metropolitana ou não, e do tipo de indústria, setores de alta ou baixa tecnologia. Foi observado que as externalidades de diversificação são mais influentes em setores de alta tecnologia e nas áreas metropolitanas, sendo que o contrário foi observado em setores de baixa tecnologia e nos pequenos distritos.

Em pesquisa realizada por Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007) foram avaliados os padrões espaciais de inovação e sua interdependência e evolução, assim como o seu papel como determinante local da inovação. Utilizando a técnica econométrica espacial de dados em painel num modelo de efeitos fixos, analisaram-se 17 regiões da Espanha, no período compreendido entre 1989-2000.

A variável dependente da regressão estimada foi o depósito de patentes do ano de 1995, dividido pelo VTI, usada como *proxy* do produto inovador e as variáveis explicativas foram: defasagem espacial do produto inovador, defasagem temporal para a inovação, número relativo de empregados que possuem ao menos o ensino médio, gastos em P&D dividido pelo valor agregado em 1995, defasagem espacial para os esforços de P&D, índice de especialização produtiva e índice de diversificação produtiva (Herfindhal-Hirschman).

Os resultados econométricos indicaram que a inovação regional dependia do esforço de P&D, além da dotação de capital humano. A composição da atividade econômica possuía um efeito positivo sobre a inovação, apontando a influência de externalidades positivas MAR na atividade inovativa regional. Assim, quanto mais especializada a região, maior atividade inovadora terá.

Entretanto, quando se considera a origem e os efeitos do processo de inovação e suas diferenças entre os níveis de desenvolvimento regional, o resultado é a presença da combinação das externalidades MAR e da diversidade de Jacobs (1969). Como exemplo, podemos citar as regiões menos desenvolvidas da Espanha<sup>7</sup>, que possuem o produto interno bruto (PIB) menor do que 75% da média dos países da União Européia e apresentam os dois tipos de externalidades quando há investimento em P&D por parte da esfera governamental. Isso sugere que há políticas industriais e regionais implementadas a fim de incentivar a especialização das economias, orientadas para o desenvolvimento de setores específicos da região, o que reforçaria a inovação local.

Na tentativa de explicar os transbordamentos de conhecimento que ocorrem nas 296 áreas metropolitanas dos EUA, Carlino *et alii* (2001) estimaram um modelo de regressão em que a variável dependente utilizada foi a média das patentes per capita entre os anos de 1990-

---

<sup>7</sup> Andaluzia, Astúrias, Ilhas Canárias, Cantábria, Castela e Leão, Castela-La Mancha, Comunidade Valenciana, Extremadura, Galiza e Múrcia.

1999. As variáveis explicativas foram: densidade de emprego de áreas urbanas, nível de emprego, gastos em P&D universitário, percentual de firmas com 1.000 ou mais empregados, participação dos empregados na produção, percentual da população com pelo menos o ensino médio, índice de Herfindhal, grau de competição local e taxa de crescimento do emprego no período 1979-1989.

Os resultados apontaram que o processo inovativo pode ser atribuído, em parte, ao crescimento da produtividade e do emprego nos EUA. Além disso, a alta densidade urbana nas regiões poderia explicar a criação e o fluxo de idéias que geram a inovação e o crescimento.

As descobertas do estudo também comprovam que as externalidades de MAR e a competição local oferecem pouca sustentação à afirmação de que promovem a inovação. A pesquisa, no entanto, afirma que nas áreas metropolitanas dos EUA, a hipótese de Jacobs (1969) é verdadeira, obtendo uma maior inovação nas regiões industriais competitivas e diversificadas.

Panne (2004) analisou 98 regiões da Holanda em 58 setores industriais, cujo objetivo dos autores foi examinar se as externalidades de especialização (MAR) ou a diversificação de Jacobs (1969) favorecem a inovação nas regiões, no período compreendido entre setembro de 2000 e agosto de 2002.

A regressão contou também com as seguintes variáveis explicativas: o grau de especialização, o grau de diversificação e o grau de competição. Além da variável dependente, que foi a contagem das inovações através de questionários às firmas e da introdução de novos produtos no mercado, a regressão estimada contou com as variáveis de especialização, diversificação (índice de Gini), competição e o total do número de firmas na região.

Os resultados mostraram que, dada uma estrutura produtiva local, a especialização regional de um segmento de determinada indústria tende a aumentar a inovação na região. Além disso, os transbordamentos de conhecimento gerados pelas pequenas firmas e aquelas intensivas em P&D estão limitados à proximidade geográfica entre elas, quer dizer, quanto maior a distância menor a propensão a inovar.

Na regressão estimada foram utilizadas as seguintes variáveis explicativas: o P&D; a autonomia da firma, representando o fato de a firma possuir ou não capacidade de desenvolver produtos inovadores; *dummies* atribuídas às indústrias ou aos serviços; exportação; e variáveis que captavam as externalidades, tanto de diversificação como de especialização.

A estimação sugeriu que as externalidades de MAR afetavam positivamente os resultados de P&D. Ao contrário, as firmas inovadoras localizadas em regiões com indústrias diversificadas eram menos propensas a inovar e a introduzir inovações mais radicais. Esses resultados indicam que a externalidade de especialização (MAR) favorece a inovação.

No entanto, quando se comparava a inovação em diferentes estágios ao longo do tempo, observou-se que a externalidade de diversificação se mostrava favorável ao desenvolvimento de novos produtos. A justificativa estaria na observação de que, dois anos após o lançamento no mercado, os produtos introduzidos pelas firmas inovadoras, na maioria das regiões diversificadas, superaram as inovações desenvolvidas em regiões especializadas.

Logo, em diferentes estágios no desenvolvimento de produtos, pode existir uma situação em que ocorra tanto a externalidade de diversificação quanto a de especialização.

O objetivo da pesquisa de Das e Finne (2008) foi explicar a importância da localização das firmas e a influência das externalidades na inovação regional na Noruega. Para isso estimou-se contra a variável dependente, dados de patentes, os índices de especialização e diversificação, a variável de educação, uma parcela do total da força de trabalho da região baseados em alguns segmentos setoriais considerados importantes como: P&D laboratorial, processamento de dados, informática, consultoria e atividades ligadas a gerenciamento de negócios.

Os resultados indicaram que a especialização era mais propícia à inovação nas regiões da Noruega, principalmente a especialização nos seguintes setores: têxtil e vestuário, eletrônicos, máquinas e equipamentos, com exceção dos veículos automotivos. Além disso, evidenciou-se que uma grande quantidade de esforços em P&D laboratorial e educação resultavam numa maior atividade inovativa nas localidades, como também nos setores intensivos em alta tecnologia industrial, como equipamentos de comunicação e elétricos; instrumentos e equipamentos de precisão cirúrgicos.

Moreno *et alii* (2005) buscaram evidências para o fenômeno da aglomeração de atividades inovativas ao longo do tempo e do espaço nas regiões da Europa. A base de patentes compreendeu o período de 1978 a 2001. Para cada período o conjunto de informações consistiu na análise de 175 regiões em sete setores (minas e energia, alimentação, têxtil e vestuário, químicos e plásticos, eletrônicos e equipamentos de transporte e outros tipos de indústrias).

O objetivo foi avaliar as forças que impulsionam o desenvolvimento de *clusters* regionais tecnologicamente especializados e a extensão espacial dessas forças, assim como sua dinâmica ao longo dos anos 80 e 90, além da sua conexão com outras aglomerações

produtivas. Para a estimação, foi utilizada como variável dependente o índice de especialização tecnológica com base nas patentes que a região possuía em determinado setor industrial.

As variáveis utilizadas para explicar o modelo foram o índice de especialização da produção e uma *proxy* para captar a influência de transbordamentos tecnológicos intrarregionais no mesmo setor. Essa variável é uma média ponderada do índice de especialização das regiões vizinhas.

Além disso, foram incluídas duas variáveis de controle (*dummies*) que representam o ambiente institucional, além de outros fatores estruturais comuns a algumas regiões pertencentes ao país. A segunda variável tem por objetivo o controle de diferentes oportunidades tecnológicas dos sete setores considerados na pesquisa.

Os resultados indicaram que existe relação entre a especialização da produção e a inovação. O coeficiente positivo da defasagem espacial do índice de especialização tecnológica sugeriu que a especialização da inovação está relacionada às atividades econômicas realizadas nas regiões vizinhas. A concentração geográfica em distritos (industrial ou tecnológico), segundo o autor, pode explicar o ambiente favorável em termos de presença de bens e serviços especializados e específicos para a indústria.

Gonçalves e Almeida (2008) analisaram os determinantes da capacidade regional inovativa de microrregiões brasileiras e identificaram que prevalece a hipótese de Jacobs (1969) para o Brasil, ou seja, o grau de diversificação industrial da microrregião. A variável dependente adotada consistiu no depósito de patentes divididas pela população extraídas do INPI, no período compreendido entre 1999-2001.

Na regressão foram utilizadas as seguintes variáveis explicativas: capacidade de pesquisa universitária, escolaridade da população adulta, valor agregado de firmas exportadoras e inovativas, grau de industrialização, grau de diversificação industrial, grau de competição, densidade de emprego, escala urbana, presença de região metropolitana (*dummy*), propensão setorial ao patenteamento e a variável *dummy* indicadora do regime de polarização norte-sul.

Os resultados apontaram que o grau de especialização das indústrias nas microrregiões possui coeficiente negativo e significância apenas ao nível de 10%. A atividade tecnológica em microrregiões vizinhas é um determinante positivo e significativo das inovações demonstrando a difusão do conhecimento tecnológico em territórios contíguos.

Por meio das citações de patentes, Acosta e Coronado (2003) pesquisaram a relação entre a ciência e o desenvolvimento tecnológico em diversas regiões da Espanha. Sem a

utilização de modelos econométricos, o objetivo do trabalho foi identificar as características e os fluxos de ciência e tecnologia vinculados às citações de patentes dos inventores nas respectivas regiões, principalmente dos cinco setores tecnológicos mais importantes<sup>8</sup>.

Em suma, as dezessete regiões da Espanha em estudo foram divididas em grupos de acordo com seu respectivo nível econômico de desenvolvimento. Com isso, o propósito foi estudar aquelas regiões nas quais o PIB está abaixo dos 75% da média dos países da União Européia. Os países desse grupo, também chamados de objetivo número 1 são: Andaluzia, Astúrias, Ilhas Canárias, Cantábria, Castela e Leão, Castela-La Mancha, Comunidade Valenciana, Extremadura, Galiza e Múrcia.

Nessas regiões foram observadas algumas circunstâncias específicas da região que condicionam os fluxos de ciência e tecnologia, tais como especialização tecnológica nos setores de média e baixa complexidade e um número relativamente pequeno de firmas que empreendam atividades de alta tecnologia.

Outros fatores relevantes foram as diferenças significativas que existem nos fluxos de ciência e tecnologia nos setores onde a tecnologia é intensiva. As diferenças residem entre as cidades objetivo número 1 e a cidade de Madrid que possui um peso relativamente alto nas regiões de maior importância da Espanha, apresentando coeficientes de especializações maiores que a unidade nos setores onde o uso da tecnologia é intensivo.

Nessa região, que apresentava uma maior quantidade de citações de patentes nos setores de complexidade tecnológica intermediária, existia um grande poder de difusão do conhecimento codificado que é utilizado para o desenvolvimento de inovações nesses setores.

A partir da extensa revisão bibliográfica realizada até aqui, é possível concluir que tanto a diversificação industrial quanto a especialização possuem influência relevante sobre a inovação. Os resultados variam, porém, em função da abrangência geográfica, da forma como se mede a inovação, das técnicas econométricas usadas e do período compreendido pela análise e dos indicadores usados para representar as duas medidas.

A seguir um quadro com o resumo de todos os trabalhos analisados anteriormente.

---

<sup>8</sup> Os setores considerados importantes na região são: engenharia elétrica, instrumentos, químico e farmacêutico, engenharia e processos, engenharia mecânica e maquinaria.

QUADRO 2 - Resumo comparativo dos trabalhos referentes às externalidades e ao processo de difusão da inovação

<i>Autores</i>	<i>Abrangência Geográfica</i>	<i>Variável Dependente</i>	<i>Período *</i>	<i>Dependência Espacial**</i>	<i>Especialização ou Diversificação***</i>	<i>Tipos de Estimação</i>	<i>Principais Resultados</i>
Acosta e Coronado (2003)	17 regiões da Espanha	Número de patentes e citações científicas	1998-2001	Não	-	-	Há uma interconexão entre as citações científicas e os setores tecnológicos dentro de regiões específicas da Espanha.
Bode (2004)	74 regiões do oeste da Alemanha	Logaritmo do número de patentes concedidas a empresas	1987-1998	Sim	-	Cross-section estimada por MQO	Quanto maior a proximidade com regiões inovadoras, maior o efeito de transbordamento de conhecimento.
Bilbao-Osorio e Rodríguez-Pose (2004)	Regiões da União Européia	Logaritmo da média do número de patentes per capita para cada região	1990-1998	Não	-	Cross-section estimada por MQO	Há relação positiva entre as atividades de P&D e o crescimento econômico com geração de inovação.
Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007)	17 regiões da Espanha	Número de depósito de patentes dividido pelo valor agregado	1989-2000	Sim	Especialização e Diversificação	Dados em painel	A composição da atividade econômica tem um efeito positivo sobre a inovação causado pela presença das externalidades MAR. Quando consideradas a origem dos transbordamentos e as diferenças de nível regional de desenvolvimento, há a combinação das duas externalidades (MAR e Jacobs).
Carlino <i>et alii</i> (2001)	296 áreas metropolitanas norte-americanas	Patenteamento <i>per capita</i>	1989-1999	Não	Diversificação	Dados em painel	Densidade de emprego, patenteamento per capita, externalidades de diversificação e competição local são determinantes de inovações áreas metropolitanas.
Co (2002)	50 estados dos EUA	Número de patentes <i>per capita</i>	1963-1997	Não	Diversificação	Dados em painel	As externalidades de especialização não foram significativas e os transbordamentos de conhecimento tecnológico afetam positivamente a inovação.
Das e Finne (2008)	161 regiões da Noruega	Patentes	1995-2003	Sim	Especialização	Cross-section estimada pelo método Bayesiano	A especialização é determinante da atividade inovativa.
Ejermo (2004)	Regiões da Suécia	Depósito de patentes	1982-1999	Não	Especialização	Cross-section estimada pelo modelo de regressão de Poisson	A inovação é alta e positivamente relacionada às especializações tecnológicas regionais.

(continuação)

<i>Autores</i>	<i>Abrangência Geográfica</i>	<i>Variável Dependente</i>	<i>Período *</i>	<i>Dependência Espacial**</i>	<i>Especialização ou Diversificação***</i>	<i>Tipos de Estimação</i>	<i>Principais Resultados</i>
Feldman e Audretsch (1999)	Regiões metropolitanas dos EUA	Contagem de Inovações	1980-1989	Não	Diversificação	Cross-section estimada pelo modelo de regressão de Poisson	As indústrias (serviços) complementares, que compartilham uma base científica comum, tendem a se agrupar em espaços geográficos específicos. A diversificação das atividades promove maior inovação que a especialização produtiva.
Feldman e Florida (1994)	50 estados dos EUA	Número de citações de patentes	1982	Não	-	Cross-section estimada pelo método de mínimos quadrados em três estágios	A inovação está relacionada às concentrações geográficas do P&D industrial, do P&D universitário, e das firmas interrelacionadas setorialmente.
Fritsch e Franke (2004)	3 regiões da Alemanha	Patenteamento nos últimos três anos e o número de invenções patenteadas	1992-1995	Não	Diversificação	Cross-section estimada pelo Modelo Logit	A relação de cooperação entre os agentes não é um meio eficaz de transbordamento de conhecimento e existem diferenças inter-regionais significativas na produtividade das atividades de P&D e dos transbordamentos de conhecimento das atividades de P&D pelos agentes da região.
Glaeser <i>et alii</i> (1992)	170 áreas metropolitanas dos EUA	Crescimento do emprego e dos salários	1956 e 1987	Não	Diversificação	Cross-section estimada por MQO	Os resultados sugerem que diferentes indústrias interagindo numa mesma região, favorecem a difusão da inovação.
Gonçalves e Almeida (2008)	558 microrregiões do Brasil	Depósito de patentes <i>per capita</i>	1999-2001	Sim	Diversificação	Cross-section estimada por Mínimos Quadrados em Dois Estágios	As atividades tecnológicas das microrregiões vizinhas são determinantes da atividade tecnológica regional, assim como se verifica a hipótese de Jacobs (1969) dentre os fatores determinantes do processo de inovação.
Greunz (2004)	153 regiões europeias	Número médio do depósito de patentes de setores industriais	1997-1998	Não	Especialização e Diversificação	Cross-section estimada por Pseudo Verossimilhança Semi-generalizada	Ambas as externalidades (diversificação e especialização) são importantes para os setores de alta tecnologia.
Koo (2005)	Regiões Metropolitanas dos EUA	Gastos de P&D industrial e a quantidade de empregos da firma	1996-1997	Não	Especialização	Dados agrupados estimados por Mínimos Quadrados em Três Estágios	A especialização é conducente à inovação e os setores industriais mais intensivos em tecnologia são mais suscetíveis a gerar um maior transbordamento de conhecimento.

(continuação)

<i>Autores</i>	<i>Abrangência Geográfica</i>	<i>Variável Dependente</i>	<i>Período *</i>	<i>Dependência Espacial**</i>	<i>Especialização ou Diversificação***</i>	<i>Tipos de Estimação</i>	<i>Principais Resultados</i>
Koo (2007)	Regiões Metropolitanas dos EUA	Citações de patentes originadas nas firmas da região	1996-1998	Sim	Especialização e Diversificação	Dados agrupados estimados por Mínimos Quadrados em Três Estágios	Tanto a especialização quanto a diversificação são positivamente associadas à localização dos transbordamentos tecnológicos.
Moreno <i>et alii</i> (2005)	175 regiões da Europa	Índice de especialização tecnológica medida por patentes	1978-2001	Sim	Especialização	Cross-section estimada por Máxima Verossimilhança	Existe uma relação positiva entre a especialização produtiva e a inovação. A defasagem espacial sugere que a especialização esteja relacionada com a atividades econômicas realizadas pelas regiões vizinhas.
Paci e Usai (2000)	784 sistemas locais de trabalho da Itália (grupos de municipalidades)	Depósito de patentes	1978-1995	Não	Especialização e Diversificação	Cross-section estimada pelo Modelo Tobit	Ambas as externalidades afetam positivamente a inovação, dependendo da dimensão local e do tipo de setor industrial predominante (setores de alta ou baixa tecnologia).
Panne (2004)	98 regiões industriais da Holanda	Contagem de inovações	2000-2002	Sim	Especialização	Dados agrupados estimados pelo Modelo Logit e Poisson	As externalidades MAR sobressaem-se às demais e a competição local afeta negativamente a inovação em uma indústria específica.

Fonte: Elaboração Própria.

\*O período considerado não se refere a determinadas variáveis explicativas.

\*\* As respostas se referem a utilização ou não do uso de técnicas econométricas espaciais no tratamento da dependência espacial.

\*\*\* Refere-se à evidência empírica encontrada.

Nota: MQO = Mínimos Quadrados Ordinários

## 2.6 O SISTEMA DE INOVAÇÃO EM PAÍSES PERIFÉRICOS

O processo de geração de novas tecnologias está adquirindo um caráter mais sistêmico, sendo cada vez mais o resultado da interação entre os agentes econômicos, entre firmas usuárias e produtoras, entre firmas e instituições de pesquisa e entre firmas e universidades. O conjunto desses fatores que condicionam o processo de geração de inovações tem sido estudado a partir de uma abordagem que enfatiza a importância dos sistemas de inovação (SOUZA e GARCIA, 1999).

As primeiras abordagens sobre sistemas de inovação relacionadas à análise da capacidade inovativa de sistemas tecnológicos e industriais no âmbito de economias nacionais foram desenvolvidas por autores como Freeman (1987) e Lundvall (1992). Esses autores analisaram os sistemas de inovação a partir de diferentes dimensões (setorial, regional ou local).

Vargas (2002) destaca que, a partir da abordagem sistêmica, a inovação deixa de ser encarada como um fenômeno isolado no tempo e no espaço e passa a ser considerada como o resultado de trajetórias que são cumulativas e construídas historicamente, de acordo com as especificidades institucionais e padrões de especialização econômica inerentes a um determinado contexto espacial ou setorial. Vale lembrar que a firma inova por meio da interação com outras instituições visando à criação, ao desenvolvimento e à troca de diferentes tipos de conhecimento.

A capacidade de desenvolver o conhecimento-intensivo ou setores de alta tecnologia tem sido o tema central de uma extensa literatura em Sistemas Nacionais de Inovação (SNI). A introdução de novos produtos e processos é vista pelos autores como o resultado do funcionamento e da interação entre instituições, organizações, investimentos e políticas de SNI (ALCORTA e PERES, 1998)

O conceito do Sistema Nacional de Inovação têm sido disseminado por diversos autores, como por exemplo: Edquist (1997), Lundvall (1992), Nelson e Rosenberg (1993). Freeman (1987, p. 1) define SNI como sendo: "... uma rede de instituições dos setores públicos e privados, cujas atividades e interações levam à importação, à modificação e à difusão de novas tecnologias". Para Lundvall (1992, p. 2) são "... elementos e relações que interagem na produção, difusão e uso do novo e economicamente útil conhecimento..., localizado dentro das fronteiras de uma nação".

No entanto, Viotti (2002) discute a mudança técnica que ocorre em países em desenvolvimento e alerta que o uso indevido da abordagem sobre SNI desses países pode

incorrer em graves deficiências. Os motivos residem nas grandes diferenças existentes entre os processos de mudança técnica que ocorrem nessas economias e as dos países industrializados.

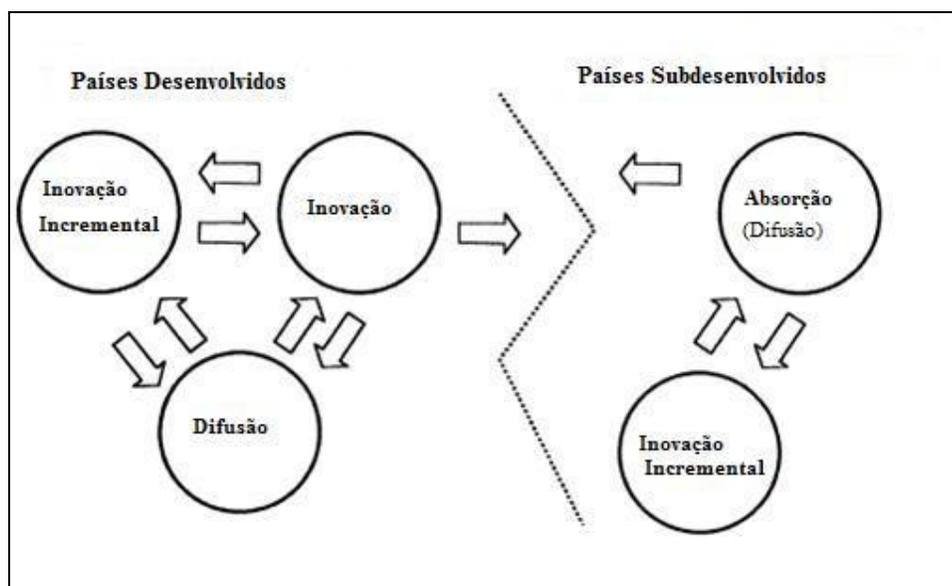
O autor afirma ainda que a mudança técnica típica das economias em desenvolvimento é essencialmente um processo de aprendizado, em vez da inovação, no qual chama de Sistemas Nacionais de Aprendizado.

O trabalho sugere a utilização do conceito de aprendizado que é definido como o processo de mudança técnica garantido pela difusão na perspectiva de absorver tecnologia e inovação incremental, além da absorção de inovações e técnicas produzidas em outros lugares e a geração de melhorias nas proximidades onde as técnicas foram adquiridas.

Segundo Viotti (2002), o motor dinâmico dos países em desenvolvimento é o aprendizado, que os transforma em condição de aprendizes da inovação tecnológica desenvolvida nos países avançados, no qual utilizam exclusivamente o conceito de SNI.

A seguir uma ilustração das diferenças apontadas por Viotti (2002), que apresenta uma visão simplificada dos elementos da mudança técnica que compõem os dois tipos básicos de Sistemas Nacionais.

**Figura 1 – Diferenças entre os Sistemas Nacionais de Inovação nos países desenvolvidos e subdesenvolvidos**



Fonte: Adaptado de Viotti (2002)

Fransman (1985) destaca as principais formas de mudança técnica nos países em desenvolvimento, como a busca por novos processos e produtos, a adaptação de produtos e

processos às condições locais, no qual qualquer transferência de tecnologia exigirá um grau de adaptação, desenvolvimento de novos produtos e processos.

### **2.6.1 Principais características da atividade inovativa no Brasil**

A indústria brasileira é uma das maiores e mais diversificadas dos países em desenvolvimento (DE NEGRI *et alii*, 2005). O trabalho organizado por De Negri e Salerno (2005) aponta que a política de desenvolvimento industrial baseada em inovação e diferenciação de produto se mostra positiva para o crescimento das firmas nacionais, o que estimula ainda mais um mercado brasileiro dinâmico sintonizado com as transformações econômicas, políticas e tecnológicas.

Apesar do esforço da indústria nacional em inovar, principalmente através de mecanismos como proteção de mercado, subsídios creditícios e fiscais, tarifas especiais de serviços públicos (energia) e de insumos produzidos por estatais (produtos siderúrgicos, químicos e petroquímicos), o Brasil possui sinais de imaturidade em seu sistema de inovação (ALBUQUERQUE, 2000).

Algumas características são apontadas por Albuquerque (2000) como sendo peculiares ao sistema inovativo brasileiro como, por exemplo, uma grande parcela de indivíduos na atividade de patenteamento, revelando um sinal de subdesenvolvimento. Penrose (1973) argumenta também que um grande peso relativo às patentes de indivíduos pode ser uma indicação de um país subdesenvolvido.

O processo de patenteamento dos países em desenvolvimento, segundo Penrose (1973), tem um significativo peso por parte das empresas estrangeiras e possuem uma elevada proporção referente às patentes de indivíduos. A justificativa para essa ocorrência seria uma precaução por parte dos indivíduos em proteger suas idéias, e não correr o risco de que elas sejam transmitidas sem sua permissão. Dado que a maioria dos indivíduos possui poucos recursos, a maneira mais propícia de defender sua invenção seria através do uso das patentes dos produtos e processos inovativos.

Além disso, o envolvimento de pequenas firmas nas atividades inovativas e a falta de continuidade na atividade de patenteamento revelam o baixo grau das atividades de P&D realizados por elas. Já em relação à atividade tecnológica, as firmas estrangeiras que desempenham sua atividade inovativa no país (filial) podem ser consideradas, também, como uma fonte de transferência de tecnologia no qual empresas estrangeiras têm um papel mais passivo e, em geral, envolvem melhorias incrementais no conhecimento. Porém, com o passar

do tempo, seus efeitos podem caracterizar uma certa dependência de transferência dessa tecnologia (FRANSMAN, 1985).

Gonçalves (2007b) investigou os principais determinantes do esforço inovador no Brasil. Para tal análise, foram utilizadas variáveis referentes aos coeficientes de exportação e importação, produtividade, grau de concentração e diferenciação de produto, grau de esforço inovador total, intensidade de P&D e proporção de gastos com inovação, como P&D, compra de P&D, máquinas e equipamentos, treinamento de pessoal, introdução da inovação no mercado e com projetos industriais.

O autor identificou que empresas multinacionais são mais propensas a inovar e essas firmas contribuem para o desenvolvimento tecnológico nacional, embora não permitam o desenvolvimento da capacidade de inovação por intermédio da criação de externalidades locais. Isto significa que as empresas transnacionais influenciam positiva e significativamente a inovação no Brasil. Mas isso ocorre de forma restringida por causa do elevado peso em termos de transferência internacional de tecnologia de matrizes localizadas no exterior para suas filiais no Brasil.

Viotti *et alii* (2005) pesquisaram o perfil da inovação na indústria brasileira comparando com alguns países selecionados da Europa. A motivação do estudo foi analisar o processo de inovação tecnológica das empresas brasileiras, caracterizadas em termos de escassez de recursos, principalmente P&D e investimentos na área de tecnologia. Esse fator seria um condicionante do limitado crescimento da produtividade e da competitividade da economia brasileira.

Além disso, a taxa de inovação da indústria é relativamente reduzida quando comparada com a de países europeus. Alguns fatores econômicos são destacados como sendo uma barreira ao processo de inovação, como: elevados custos de inovação, riscos econômicos e carência de recursos financeiros. Os resultados apontaram para um processo de inovação da empresa industrial brasileira deficiente que necessita dar um significativo salto quantitativo e qualitativo.

No entanto, alguns pontos devem ser destacados quanto ao estudo da inovação no Brasil. Sua capacidade de gerar e assimilar inovações é considerada bastante heterogênea, cuja localização e consolidação se concentram em regiões de melhor infra-estrutura científica e tecnológica (DINIZ e GONÇALVES, 2001).

Tal afirmação é apontada por Gonçalves (2007a) que investiga a maneira desigual pela qual a atividade inovativa se distribui pelo território brasileiro. Utilizando o recorte territorial das microrregiões geográficas brasileiras, a pesquisa identifica que as regiões Sudeste e Sul

concentram grande parte dos padrões espaciais de inovação caracterizados como regiões com alta concentração de inovações sendo cercadas por outras com valores similares para tal variável.

Os resultados indicaram que a microrregião de São Paulo e suas adjacências se destacam como o principal centro econômico do país, tanto pela excelente infra-estrutura e concentração de atividades industriais, quanto pela presença de uma rede de cidades de porte médio capazes de captar transbordamentos de conhecimento tecnológico que se originem em empresas inovadoras ou em instituições públicas ou privadas de pesquisa.

A importância econômica e inovativa de São Paulo se deve à presença de diferentes setores industriais e à sua capacidade de atração de novos investimentos industriais, sendo considerado um grande centro irradiador da industrialização para as demais regiões do país. (LEMOS *et alii*, 2005a). Albuquerque (2000) destaca também a grande participação do estado no depósito de patentes no INPI em 2001 (51,1% em comparação aos demais estados), revelando sua importância no processo de patenteamento no país.

### **2.6.2 Principais aspectos da atividade econômica e científica em São Paulo**

A configuração da estrutura industrial do Estado de São Paulo deve-se, em grande parte, ao processo histórico de formação da indústria brasileira e ao papel de destaque do estado na sua constituição e origem. Cano (1977) destaca que o processo de concentração da produção industrial, através da ótica do mercado, revela dois momentos importantes ao crescimento econômico do estado.

O primeiro momento, chamado de concentração por estímulo, compreende o período da primeira guerra mundial, quando a produção paulista cresce, em grande parte atendendo à demanda do resto do país. No segundo momento, década de 1920, a expansão da produção paulista cresce, concentrando-se por necessidade, quer dizer, a conquista de mercados externos depende desse processo de acumulação prévia.

Logo, os efeitos do dinamismo industrial em São Paulo podem ser explicados pela sua própria economia, dentre os quais constituíram uma base sólida de condições propícias ao processo de concentração industrial. O resultado desse processo foi a formação de uma estrutura produtiva completa e integrada, responsável por uma parcela significativa da produção industrial do país.

A importância econômica e científica do estado São Paulo favorece a constituição do seu sistema produtivo, que é o mais avançado e inovador do Brasil, possuindo uma grande

rede de prestadores de serviços tecnológicos e com uma economia cada vez mais voltada para atividades intensivas em recursos humanos qualificados. (PACHECO e CRUZ, 2005).

É importante ressaltar que a base institucional de pesquisa e sua influência com o setor produtivo é uma condição importante para a inovação, principalmente porque esta interação exige proximidade entre as instituições de pesquisa. A seguir, a Tabela 1 revela a grande concentração de alunos na área de formação tecnológica em algumas localidades do estado.

**Tabela 1- Alunos de pós-graduação (Mestrado e Doutorado) matriculados em áreas de formação tecnológica por grande áreas e localidades selecionadas – 1999**

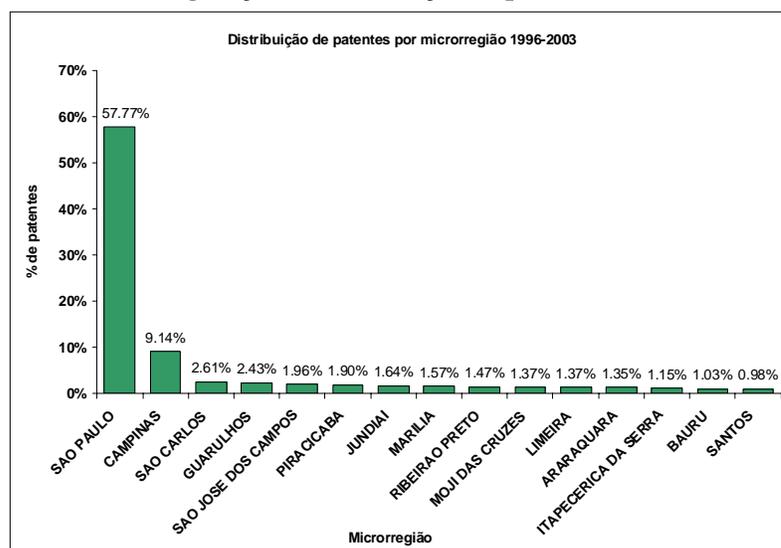
Macrorregiões e Localidades	Exatas e da Terra		Comput./ Inform.		C.Biológicas		Engenharias		C. Agrárias		Total	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Campinas	803	11,1	127	5,4	585	8	1.143	8,1	689	8,9	3.347	8,6
Grande São Paulo	1.268	17,5	116	4,9	1.521	20,8	2.332	16,4	423	5,4	5.660	14,6
Ribeirão Preto	125	1,7	-	-	391	5,4	-	-	-	-	516	1,3
São José do Rio Preto	26	0,4	-	-	-	-	-	-	13	0,2	39	0,1
São José dos Campos	26	0,4	63	2,7	-	-	-	-	-	-	444	1,1
Santos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
São Carlos	704	9,7	64	2,7	279	3,8	1.345	9,5	-	-	2.932	6,2
Sorocaba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
SUDESTE	4.957	68,5	1.235	52,4	5.200	71,2	9.986	70,4	5.426	69,8	26.804	69
NORTE	161	2,2	-	-	277	3,8	68	0,5	131	1,7	637	1,6
NORDESTE	914	12,6	283	12,0	492	6,7	927	6,5	621	8	3.237	8,3
SUL	909	12,6	798	33,8	999	13,7	2.911	20,5	1.408	18,1	7.025	18,1
CENTRO-OESTE	291	4,0	42	1,8	332	4,5	296	2,1	188	2,4	1.149	3
Soma Localidades	6.206	85,8	1.955	82,9	6.693	91,7	12.915	91	3.270	42,1	31.039	79,9
BRASIL	7.232	100	2.358	100	7.300	100	14.188	100	7.774	100	38.852	100

Fonte: Adaptado de DINIZ e GONÇALVES (2001)

Pode-se notar que, do ponto de vista regional, a região Sudeste se sobrepõe em relação às demais regiões em relação às áreas de formação tecnológica. No caso do estado de São Paulo, esses dados condizem com a presença, em algumas regiões, de especializações em setores industriais tecnológicos (SOUZA e GARCIA, 1999).

Dentre essas localidades estão Campinas, São José dos Campos e São Carlos, que também podem ser chamadas de pólos tecnológicos. Essas regiões merecem destaque pois possuem liderança no depósito de patentes do INPI, como respectivamente, a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), o Centro de Tecnologia da Aeronáutica (CTA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), os primeiros colocados em seus municípios (ALBUQUERQUE *et alii*, 2005).

Algumas destas localidades podem ser vistas na figura abaixo (Gráfico 1), a qual configura a distribuição das patentes no período 1996-2003:

**Gráfico 1 - Configuração da distribuição de patentes (%) em São Paulo**

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do INPI (2008)

A região de Campinas é caracterizada por um conjunto de empresas, atuando em setores de alta tecnologia. Além disso, a localidade conta com a presença de duas grandes universidades, a Unicamp e a Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCCAMP) e diversos institutos de pesquisa como o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), o Centro de Tecnologia e Informática (CTI) e o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD/Telebrás) (SOUZA e GARCIA, 1999).

Já na região de São José dos Campos pode-se observar a existência de uma ampla infra-estrutura de ciência e tecnologia, que se traduz na presença de organismos como a Universidade do Vale do Paraíba (Univap), o CTA e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Além disso, a presença de filiais de multinacionais e empresas do setor bélico e aeroespacial, como a Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. (Embraer) e o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), confirmam a potencialidade da região, em virtude, principalmente dos efeitos de transbordamento de conhecimento tecnológico (GONÇALVES, 2007a).

Por fim, a região de São Carlos, igualmente aos outros pólos tecnológicos citados anteriormente, conta com uma ampla infra-estrutura de ciência e tecnologia, no qual estão incluídos dois centros de pesquisa da Embrapa e duas universidades públicas, a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Segundo resultado do censo realizado em 2002 pelo Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq, o caráter da pesquisa científica em São Paulo é complexo e reúne um conjunto

heterogêneo de mais 72 instituições entre as quais três universidades estaduais, duas universidades federais, 16 universidades privadas, 12 faculdades, 21 institutos tecnológicos, sete centros de pesquisa e um laboratório nacional, além de uma série de hospitais vinculados a essas instituições, onde se realizam pesquisas clínicas e de vários outros tipos (PACHECO e CRUZ, 2005).

Esses dados corroboram a elevada e significativa concentração de pesquisadores no estado. Segue abaixo a Tabela 2, que permite melhor visualização do dinamismo da pesquisa paulista.

**Tabela 2 - Grupos de pesquisa registrados no CNPq: pesquisadores e publicações – 2000**

Macrorregiões e Localidades	Pesquisadores		Doutores		Publicações em Periódicos			
	Total	%	Total	%	Nacionais	%	Internacionais	%
Campinas	2.827	5,3	2.000	6,4	7.743	7,2	4.499	5,2
Grande São Paulo	12.311	23,1	8.830	28,1	27.656	25,7	27.528	32
Ribeirão Preto	83	0,2	45	0,1	132	0,1	200	0,2
São José do Rio Preto	33	0,1	33	0,1	186	0,2	80	0,1
São José dos Campos	1.015	1,9	612	1,9	622	0,6	2.482	2,9
Santos	78	0,1	26	0,1	97	0,1	32	0
São Carlos	704	9,7	64	2,7	1.348	1,3	2.298	2,7
Sorocaba	49	0,1	10	0	158	0,1	1	0
SUDESTE	28.195	52,1	19.017	59,8	57.782	53,3	58.909	67,9
NORTE	1.198	2,3	1.198	2,3	1.447	1,3	1.684	2,0
NORDESTE	5.657	10,6	3.000	9,5	9.728	9,0	7.510	8,7
SUL	7.943	14,9	4.319	13,7	13.865	12,9	11.041	12,8
CENTRO-OESTE	3.871	7,3	2.309	7,3	8.595	8,0	5.217	6,1
Soma Localidades	46.864	87,2	29.240	92,3	91.417	84,6	84.361	97,4
BRASIL	53.244	100	31.415	100	107.554	100	86.103	100

Fonte: Adaptado de DINIZ e GONÇALVES (2001).

Além disso, o estado de São Paulo destaca-se regionalmente pelo sistema público de ciência e tecnologia (C&T) que é o mais diversificado e desenvolvido dentre os sistemas do país. Do mesmo modo, a grande participação em produção científica e a concentração de pesquisadores domiciliados no estado indicam uma relevante atividade científica, justificada tanto pela presença de diversas universidades (públicas e privadas) tanto pelo papel desempenhado pelos docentes no sistema de educação superior e no sistema de pesquisa nacional (QUADROS *et alii*, 2001).

Com relação à capacidade inovativa e tecnológica de São Paulo, Suzigan *et alii* (2006) mapearam a distribuição geográfica de conhecimentos e capacitações científicas e tecnológicas como *proxies* da distribuição geográfica das atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I).

Por intermédio de cinco tipos de indicadores quantitativos regionalizados foram utilizadas as seguintes bases de dados: a RAIS, para 2002; o número de empresas inovadoras,

por meio de tabulações regionalizadas da base da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) de 2000, do IBGE; os indicadores baseados nos registros de patentes, marcas depositadas no INPI e no *United States Patents and Trademark Office* (USPTO), no período de 1999-2001 e indicadores da produção científica com base nos dados do *Institute for Scientific Information* (ISI) sobre a publicação de artigos científicos.

Os resultados da pesquisa indicaram que, em termos de mão-de-obra qualificada, as atividades inovativas que mais se destacaram foram aquelas de caráter tecnológico, concentrando-se em regiões industrialmente mais desenvolvidas.

Pelo indicador fornecido pela base da PINTEC, que possibilitou a análise da distribuição regional do conhecimento, observou-se que as unidades produtivas e algumas empresas avançaram em direção às regiões do interior do estado. Porém, funções empresariais que demandam qualificações superiores encontram-se ainda muito concentradas em torno de alguns pólos. Algumas regiões são destacadas pela inovação tanto de produto quanto de processos relevantes para o mercado. Como exemplos podem-se citar: o Vale do Paraíba Paulista, nucleada por São José dos Campos, e a área metropolitana de São Paulo e Campinas.

Além disso, a atividade inovativa investigada através do depósito de patentes e marcas no INPI e no USPTO, identificou regiões que possuem índices de especialização tecnológica maiores que os demais, indicando que aquelas regiões apresentam uma atividade de patenteamento acima da média naquelas áreas específicas. Dentre os domínios tecnológicos utilizados na pesquisa, que foram informática, farmacêuticos/cosméticos e máquinas/ferramentas, a localidade que mais se destacou nas três áreas foi a de Campinas.

Quadros *et alii* (2001) realizaram um estudo sobre a inovação em São Paulo com o objetivo de apresentar as principais características do padrão de inovação tecnológica das firmas. Seus resultados apontaram que, no período compreendido entre 1994-1996, as empresas industriais do estado apresentaram um desempenho significativo na introdução de inovações tecnológicas, em termos relativos, pois 25% introduziram produtos tecnologicamente modificados e/ou processos tecnologicamente aperfeiçoados ou novos. As firmas pertencentes a setores baseados em ciência, como indústria eletrônica, são mais propensas a introduzir produtos modificados tecnologicamente e/ou processos pertencentes a outros setores.

Sob esse aspecto, Albuquerque *et alii* (2005) constataram a combinação de liderança e com atraso na caracterização do sistema de inovação paulista. A liderança refere-se ao fato de São Paulo ser o estado líder em depósito de patentes e o atraso é devido ao sistema de inovação paulista se estagnar no quantitativo de patentes (inclusive a posição brasileira)

durante os últimos vinte anos no cenário internacional. Essa demora prejudica e mantém o país em posição de atraso relativo e está relacionada às pequenas mudanças ocorridas no padrão de especialização tecnológica do país.

Utilizando os dados de patentes depositadas no INPI no período compreendido entre 1990-2001, Albuquerque *et alii* (2005) observaram que São Paulo possui uma similaridade entre os domínios tecnológicos mais fortes no Brasil, sendo que o estado se destaca no perfil das atividades tecnológicas do país, no qual se concentra em setores tradicionais (baixa e média tecnologia: consumo de famílias, componentes mecânicos), com pouca ênfase em domínios tecnológicos mais avançados (biotecnologia, semicondutores, química orgânica e macromolecular).

**Tabela 3- Patentes depositadas no INPI de 1990-2001, por primeiro titular no Brasil e em São Paulo por sub-domínio tecnológico**

Brasil			São Paulo		
Sub-domínio tecnológico do OST	Qtde.	%	Sub-domínio tecnológico do OST	Qtde.	%
29.Consumo das Famílias	12.835	23,2	29.Consumo das Famílias	6.619	24,2
24.Manutenção Gráfica	5.461	9,9	24.Manutenção Gráfica	3.027	11,1
30.Construção Civil	5.246	9,5	30.Construção Civil	2.507	9,2
26.Transportes	4.732	8,6	26.Transportes	2.258	8,3
07.Análise-Mensuração-Controle	2.982	5,4	01.Componentes Elétricos	1.442	5,3
08.Engenharia Médica	2.768	5,0	08.Engenharia Médica	1.406	5,1
01.Componentes Elétricos	2.767	5,0	07.Análise-Mensuração-Controle	1.255	4,6
25.Aparelhos Agrícolas e Alimentares	2.545	4,6	23.Componentes Mecânicos	1.107	4,1
23.Componentes Mecânicos	2.023	3,7	25.Aparelhos Agrícolas e Alimentares	1.101	4,0
02.Audiovisual	1.789	3,2	02.Audiovisual	951	3,5

Fonte: Albuquerque *et alii* (2005)

O estudo também permite afirmar que São Paulo possui a estrutura econômica e industrial mais diversificada do país. A diversificação das atividades tecnológicas do estado reflete-se em índices de especialização mais uniformes entre as diversas classes, indicando um padrão de distribuição menos enviesado. É possível observar, também na Tabela 3, a distribuição do depósito de patentes dentre os principais subdomínios tecnológicos listados pelo *Observatoire des Sciences et des Techniques* (OST).

Destarte, é importante destacar que a diversificação encontrada nos setores se deve à ausência de setores de mais alta tecnologia, não somente em São Paulo, mas em todo o Brasil. Podemos citar alguns exemplos desses setores, tais como: instrumentos de precisão médica, equipamentos de automação e equipamentos de informática/eletrônica e telecomunicações (QUADROS *et alii*, 2001, p. 209).

Uma grande vantagem da diversificação encontrada em São Paulo, no entanto, seria a estrutura industrial e tecnológica presente, facilitando o processo de modernização e

atualização tecnológica, o que corrobora a hipótese de Jacobs (1969). Essa diversificação permite que o sistema paulista de inovação, que se diferencia do restante do país, possa contribuir para o crescimento econômico do estado, como também para o processo de amadurecimento do sistema nacional de inovação.

### 3 METODOLOGIA E MODELOS

A metodologia que será abordada no trabalho utilizará técnicas da AEDE e de econometria espacial, particularmente os modelos de efeitos fixos com dependência espacial.

#### 3.1 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS (AEDE)

Anselin (1988) descreve a econometria espacial como um meio de quantificar o comportamento atomístico de um determinado agente, assim como uma forma de medir sua interação com outros agentes heterogêneos ao longo do espaço, igualmente heterogêneo. Nesse método, os efeitos espaciais, como dependência e heterogeneidade espaciais, são levados em conta, ao contrário dos métodos econométricos tradicionais. Diante disso, a utilização de modelos econométricos espaciais permite evitar vários problemas de inferência estatística, que gerariam resultados e conclusões enganosos.

A análise exploratória é uma ferramenta utilizada na caracterização do arranjo espacial dos eventos. Os indicadores da análise exploratória buscam avaliar não apenas a posição absoluta dos eventos, mas também identificam a sua distribuição relativa, de maneira a buscar padrões de associações espaciais (*clusters* espaciais), regimes espaciais ou outras formas de instabilidade espacial (não-estacionaridade). A análise consiste na observação de eventos, se eles apresentam algum tipo de padrão sistemático ou se estão distribuídos aleatoriamente no espaço.

A AEDE contribui para indicar uma apropriada modelagem econométrica espacial, ao permitir a identificação de localidades atípicas (*outliers* espaciais). A partir desse método, é possível extrair medidas de autocorrelação espacial e autocorrelação local, investigando a

influência dos efeitos espaciais por intermédio de instrumentos quantitativos e não somente pela inspeção visual de mapas.

Os métodos convencionais, como regressões múltiplas, não são formas apropriadas de lidar com dados georeferenciados, visto que não são confiáveis para detectar agrupamentos e padrões espaciais significativos. Dessa forma, a AEDE será a primeira etapa para revelar padrões espaciais, que deverão anteceder quaisquer modelos econométricos espaciais (ANSELIN, 1988).

Anselin e Bera (1998) definem autocorrelação espacial como uma coincidência de valores similares em localidades próximas. Isso significa dizer que valores altos ou baixos para uma variável aleatória tendem a agrupar-se no espaço (autocorrelação espacial positiva) ou as localidades tendem a ser rodeadas por vizinhos com valores muito dissimilares (autocorrelação espacial negativa).

Por intermédio da autocorrelação espacial, os dados de uma região podem, mediante efeitos de transbordamentos espaciais, influenciar os dados de outras localidades. Através do operador de defasagem espacial, mediante a utilização de pesos espaciais, pode-se obter uma medida da variável defasada para uma dada região e observar os efeitos de transbordamentos dessas localidades. O operador da defasagem espacial de uma variável  $y$ , formalmente  $Wy$ , pode ser interpretado como sendo a média do valor dessa variável nas regiões vizinhas.

Um outro problema que pode ocorrer é a heterogeneidade espacial, no qual as relações entre as variáveis não sejam as mesmas ao longo do espaço. Isso significa dizer que podem existir regimes espaciais diferentes e, portanto, modelos mal especificados. A idéia de heterogeneidade espacial refere-se à situação de diferentes unidades (regiões, unidades de federação, município) terem diferentes tamanhos, formas, densidades, sendo que estas diferenças podem gerar medidas de erros que podem causar heterocedasticidade.

Anselin e Bera (1998) assumem que é difícil diferenciar autocorrelação espacial de heterogeneidade espacial. Os autores argumentam que numa *cross-section*, os dois problemas podem ser equivalentes do ponto de vista da observação, gerando dificuldades em determinar se o problema é ocasionado pela heterocedasticidade ou pela autocorrelação espacial.

Com isso, o objetivo do conjunto de técnicas da AEDE neste trabalho é identificar e explorar as características espaciais da variável dependente, a saber, número de depósitos de patentes dividido pela população da microrregião. Através dessa técnica, também podemos detectar se há padrões de associações espaciais, denominados *clusters* espaciais significativos nas 63 microrregiões do estado de São Paulo. Esse diagnóstico permite verificar se os dados da variável dependente estão autocorrelacionados espacialmente ou não (aleatórios), quer

dizer, se existem regimes espaciais ou outras formas de instabilidade espacial (não-estacionariedade), assim como a identificação de observações atípicas como *outliers*.

### 3.1.1 A escolha da matriz de pesos espaciais

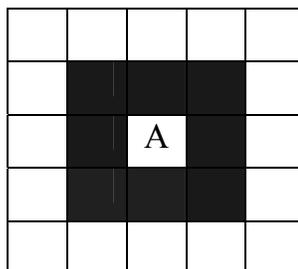
Para a consecução da AEDE, das estatísticas de autocorrelação espacial e das estimações do modelo, é necessário definir a matriz de pesos espaciais ( $W$ ). A escolha da matriz deve ter o intuito de refletir um determinado arranjo espacial das interações resultantes do fenômeno a ser estudado. Assim, a matriz deve ser construída com o objetivo de capturar toda a autocorrelação espacial subjacente ao fenômeno em estudo.

Anselin (1988) destaca que qualquer matriz de pesos espaciais precisa atender às condições de regularidade impostas pela necessidade de invocar as propriedades assintóticas dos estimadores e dos testes<sup>9</sup>. Ainda assim o autor afirma que, na prática, a escolha de uma adequada matriz  $W$  envolve, às vezes, tentativa e erro. Geralmente, as matrizes são baseadas na disposição geográfica das observações, ou contigüidade.

O critério de escolha da matriz de pesos espaciais se baseará na verificação, conforme Baumont *et alii* (2002), apenas para a variável dependente sob análise, mediante a substituição de várias matrizes (*Queen*, Torre, inverso da distância,  $k$  vizinhos mais próximos para  $k=5$ ,  $k=10$ ,  $k=15$  e  $k=20$ ). A escolha deve ser definida através do maior e mais significativo valor da estatística  $I$  de Moran para os anos de período em análise.

Sendo assim, adotou-se a matriz de contigüidade por convenção rainha (*Queen*), para a matriz binária de vizinhança  $W$ , sendo incorporada nos modelos econométricos. A Figura 2 apresenta a matriz de peso espacial binário em que os vizinhos da região A estão hachurados.

**Figura 2 - Convenção Rainha de contigüidade**



Fonte: Elaboração própria

<sup>9</sup> Em relação às propriedades assintóticas dos estimadores e dos testes, isso significa dizer que os pesos espaciais precisam ser não-negativos e finitos. Quando o tamanho da amostra tende ao infinito, a soma das linhas e das colunas da matriz deve ser limitada uniformemente em valor absoluto, isto é, deve se aproximar em um número finito (KELEJIAN e PRUCHA, 1999).

Nessa matriz além das fronteiras com extensão diferente de zero, os vértices também serão considerados como contíguos. Assim, apenas as fronteiras físicas com extensão diferente de zero entre as regiões são levadas em conta (LESAGE, 1999). Se as regiões partilham uma fronteira comum, logo elas são contíguas (valor unitário). A matriz é descrita da seguinte forma:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se } i \text{ e } j \text{ são contíguas} \\ 0 & \text{se } i \text{ e } j \text{ não são contíguas} \end{cases}$$

Desse modo, supõe-se que no estudo de vários fenômenos, como por exemplo a observação da atividade inovativa local, regiões vizinhas tenham uma interação mais forte entre si do que regiões que não são contíguas. Ao contrário, regiões mais distantes entre si teriam uma menor interação. A escolha da matriz de pesos espaciais é importante em uma análise econométrica e AEDE, pois os resultados são sensíveis a essa seleção (ALMEIDA *et alii*, 2007).

### 3.1.2 Autocorrelação espacial global univariada

Pode-se calcular a autocorrelação espacial através das seguintes estatísticas:  $I$  de Moran,  $c$  de Geary e  $G$  de Getis-Ord. Essas estatísticas permitem analisar se os dados são aleatoriamente distribuídos através do espaço, quer dizer, se a variável sob análise está autocorrelacionada espacialmente. E cada uma dessas medidas para autocorrelação possui uma interpretação diferente.

Formalmente, a estatística  $I$  de Moran pode ser expressa por:

$$I_t = \left( \frac{n}{S_o} \right) \left( \frac{z_t' W z_t}{z_t' z_t} \right) \quad \forall t = 1, \dots, n \quad (1)$$

em que  $z_t$  é o vetor de  $n$  observações para o ano  $t$  na forma de desvio em relação à média.  $W$  é a matriz de pesos espaciais em que os elementos  $w_{ij}$  indicam a forma como a região  $i$  está espacialmente conectada com a região  $j$  e a sua diagonal principal são iguais a zero, pois nenhuma região é contígua a si própria. O termo  $S_o$  é um escalar igual à soma de todos os elementos de  $W$ .

Se  $W$  for normalizada na linha, a equação (1) transforma-se:

$$I_t = \left( \frac{z_t' W z_t}{z_t' z_t} \right) \quad \forall t = 1, \dots, n \quad (2)$$

Como medida de dependência espacial, a estatística  $I$  de Moran tem como propósito principal confirmar ou não a hipótese de dados aleatoriamente distribuídos. O coeficiente  $I$  de Moran tem valor esperado  $E(I) = -[1/(n-1)]$ . Dessa forma, os valores de  $I$  que excederem  $-[1/(n-1)]$  indicam autocorrelação espacial positiva. Ao contrário, valores de  $I$  abaixo do valor esperado sinalizam uma autocorrelação negativa.

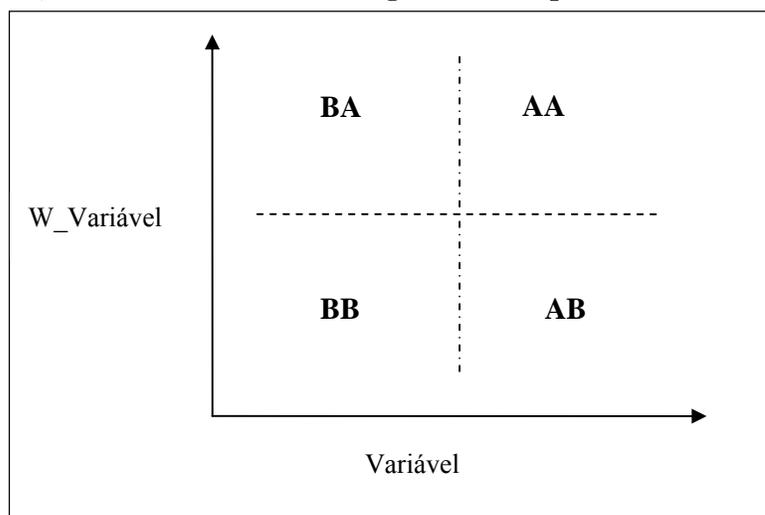
A indicação de autocorrelação espacial positiva nos revela que há similaridade entre as microrregiões, quer dizer, microrregiões com alta concentração de patentes *per capita* tendem a estarem rodeadas por microrregiões vizinhas que também apresentam alta concentração e/ou baixa concentração de patentes *per capita* rodeadas por vizinhos que possuem concentração de patentes *per capita* similar (baixa).

Por outro lado, a autocorrelação espacial negativa indica que existe uma dissimilaridade entre os valores do atributo estudado e da localização espacial deste atributo. Assim, nesse caso, microrregiões com baixa concentração de patentes *per capita* estão rodeadas por microrregiões que apresentam alta concentração de patentes *per capita* e/ou microrregiões com alta concentração de patentes *per capita* rodeados por vizinhos que apresentam baixos valores desta variável de interesse.

O diagrama de dispersão de Moran, que é a forma de visualizar o indicador global de autocorrelação espacial, mostra a defasagem espacial da variável de interesse (ou seja, a média do atributo nos vizinhos) no eixo vertical e o valor da variável de interesse no eixo horizontal. Além da medida global de associação linear espacial, esse diagrama está dividido em quatro quadrantes, são eles: Alto-Alto (AA), Baixo-Baixo (BB), Alto- Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA).

As microrregiões localizadas nos quadrantes Alto-Alto (AA) e Baixo-Baixo (BB) significam localidades com valores altos (acima da média) e/ou baixos da variável de interesse, rodeadas por microrregiões que apresentam valores também altos e/ou baixos. Já as microrregiões paulistas situadas no quadrante Baixo-Alto (AB) e Alto-Baixo(AB) representam um grupo que está circundado por regiões com alto valor e/ou baixos valores da patente *per capita*.

Considerando as variáveis que serão analisadas neste trabalho, é possível traçar os quatro quadrantes, conforme o quadro esquemático abaixo:

**Quadro 3 - Estrutura do diagrama de dispersão de Moran**

Fonte: Elaboração própria.

Obs: W\_Variável caracteriza a variável de interesse defasada espacialmente.

A estatística  $c$  de Geary, que representa uma outra medida global de autocorrelação espacial, da mesma forma que o  $I$  de Moran, testa a aleatoriedade espacial. Sua fórmula é dada abaixo:

$$c = \frac{n-1}{2 \sum_i \sum_j w_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (y_i - y_j)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (3)$$

onde,  $n$  é número de regiões,  $y_i$  é a variável de interesse,  $\bar{y}$  é a média dessa variável e  $w_{ij}$  é o elemento da matriz de peso espacial.

O valor de  $c$  de Geary situa-se entre 0 e 2, de modo que seu valor esperado (teórico) é 1. Os resultados que forem menores que seu valor esperado 1 indicam autocorrelação espacial positiva, enquanto que valores maiores que 1 representam autocorrelação espacial negativa.

Com relação à estatística  $G$  de Getis-Ord, pode-se interpretá-la de forma diferente das estatísticas apontadas anteriormente ( $I$  e  $c$ ). Um valor positivo da estatística  $G$  significa que uma região com alto valor de patentes *per capita* está rodeada por regiões que apresentam também um elevado valor de patentes *per capita*. Já um valor negativo de  $G$  representa uma região com baixo valor de patentes *per capita* que está circundada por outras que apresentam pequena concentração de patentes *per capita*.

A estatística é definida pela seguinte expressão:

$$G = \frac{\sum_i \sum_j w_{ij}(d) y_i y_j}{\sum_i \sum_j y_i y_j} \quad (4)$$

em que  $y_i$  e  $y_j$  são a variável de interesse, respectivamente, da região  $i$  e  $j$ , e  $w_{ij}(d)$  é o elemento da matriz geográfica de distância binária. O  $G$  só pode ser calculado se a variável de interesse  $y$  tiver apenas valores positivos.

### 3.1.3 Autocorrelação espacial global multivariada

A autocorrelação espacial global verifica a existência de um padrão de associação espacial entre duas variáveis. O objetivo é revelar se os valores da variável observada numa dada região guardam uma relação com os valores de uma outra variável observada em regiões vizinhas. Isso significa que a estatística  $I$  de Moran pode ser calculada para duas variáveis diferentes, digamos patentes per capita e população ocupada total.

A estatística  $I$  de Moran multivariada segue abaixo:

$$I^{yx} = \frac{n}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j (x_i - \bar{x}) w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

A interpretação para o  $I$  de Moran multivariado pode ser descrita da mesma forma que a estatística  $I$  de Moran univariada, por exemplo, caso o valor do  $I$  de Moran multivariado for positivo, microrregiões que apresentam valores elevados de patentes *per capita* ( $y$ ) estão rodeadas por microrregiões vizinhas que apresentam, por exemplo, nível de escolaridade ( $x$ ) alto. De outra forma, regiões com baixos valores de patentes *per capita* ( $y$ ) são vizinhas de outras com baixo nível de escolaridade ( $x$ ).

### 3.1.4 Autocorrelação espacial local

O objetivo da autocorrelação espacial é captar padrões de associação local (*clusters* ou *outliers* espaciais). Embora seja capaz de apontar a tendência geral de agrupamento dos dados, o  $I$  de Moran é uma medida global e por isso não revela padrões locais de associação espacial, quer dizer, são geralmente ocultados pelas estatísticas de autocorrelação global.

A autocorrelação local pode ser calculada pelas estatísticas  $G_i$  de Getis e Ord e pelo  $I$  de Moran local, também conhecido como *Local Indicator of Spatial Association* (LISA).

Para cada observação  $i$ , a estatística  $G_i$  indica em que medida esta observação está rodeada por altos valores ou baixos valores de patentes *per capita*, formalmente segue a fórmula abaixo:

$$G_i = \frac{\sum_j w_{ij} y_j}{\sum_j y_j} \quad (6)$$

em que o somatório em  $j$  significa que apenas os vizinhos próximos de  $i$  são usados no cálculo da estatística.

A interpretação para essa estatística é dada da seguinte forma: um valor positivo e significativo nos indica um *cluster* espacial com altos valores (*hot spot*), e ao contrário, um valor negativo e significativo representa um *cluster* de valores baixos (*cool spot*).

Comparando a estatística  $G_i$  de Getis e Ord com a estatística LISA, temos que esta última possui a capacidade de capturar padrões locais de autocorrelação espacial, estatisticamente significativos. Anselin (1996) afirma que uma estatística LISA será aquela que satisfaça a dois critérios: a) um indicador LISA deve possuir, para cada observação, uma indicação de *clusters* espaciais, significativos estatisticamente, de valores similares em torno da vizinhança de uma determinada observação (no caso, microrregião); e b) o somatório dos LISAs, para todas as regiões, será proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global.

Assim, a estatística  $I_i$  de Moran local para a variável patentes per capita ( $y$ ) observada na microrregião  $i$ , é dada por:

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2 / n} \quad (7)$$

Já a autocorrelação espacial local multivariada é representada pela seguinte fórmula:

$$I_i^{yx} = \frac{(x_i - \bar{x}) \sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 / n} \quad (8)$$

em que  $x_i$  e  $y_j$  são variáveis cujo somatório sobre  $j$  é tal que somente os valores dos vizinhos  $j \in J_i$  são incluídos. Comparando-se à fórmula de cálculo do  $I_i$  de Moran, o conjunto  $J_i$  abrange os vizinhos da microrregião  $i$ , definidos conforme a matriz de pesos espaciais escolhida.

A interpretação dessa estatística segundo Anselin *et alii* (2004) representa uma indicação do grau de associação linear (positiva ou negativa) entre o valor de uma determinada variável em uma dada microrregião  $i$  e a média de uma outra variável nas microrregiões vizinhas.

### 3.1.5 Análise dos *outliers* globais e locais

Formalmente, os *outliers* podem ser definidos como observações que não seguem o mesmo padrão que a maioria dos dados e podem ser classificados de duas formas: *outliers globais* e *outliers espaciais* (ou locais).

Os *outliers* globais são observações que se distanciam muito do restante das outras observações tanto para cima (superior) quanto para baixo (inferior). As estatísticas  $G_i$  ou  $I_i$  são usadas para identificar os municípios que são *outliers* globais. A identificação dos *outliers globais* pode ser através dos instrumentos: *box plot*, *box map*, caracterizada como uma ferramenta para detectar *outliers* globais superiores.

Em relação aos *outliers* espaciais (locais), estes podem ser definidos como observações que não seguem o mesmo processo de dependência espacial que o padrão da maioria dos dados. Anselin (1996) afirma que os *outliers* espaciais podem ser sinais de má especificação da matriz de pesos espaciais ou de inadequada escala espacial dos dados.

No entanto, seria importante salientar a diferença entre *outlier* espacial e pontos de alavancagem no espaço. Pontos de alavancagem são observações que embora seguindo a mesma associação espacial dos restantes dos dados, exerce uma influência grande na determinação do grau de associação espacial.

Tanto os pontos de alavancagem quanto os *outliers* podem ser identificados através do diagrama de dispersão de Moran. O diagrama permite identificar os quatro tipos de associações: AA, BB, AB e BA. A indicação de autocorrelação espacial positiva, ou seja, quando a inclinação da reta da regressão é positiva, para uma variável significa que a maioria das observações está localizada nos quadrantes AA e BB. Ao contrário, uma autocorrelação espacial negativa indica que as observações situam-se nos quadrantes AB e BA. (ANSELIN, 1996).

Nesse sentido, podemos identificar os *outliers* espaciais como observações localizadas nos quadrantes AB e BA, enquanto que observações situadas nas associações AA e BB representam pontos de alavancagem.

### 3.2 MODELO DE REGRESSÃO COM DADOS EM PAINEL

Os dados em painel, também chamados de *dados combinados*, por envolverem uma combinação de séries temporais e de observações em corte transversal, possuem uma série de vantagens. Dentre elas, podemos destacar o aumento do número de observações, porque  $N$  representa as unidades de observação em corte transversal multiplicadas por  $T$  períodos de tempo. Isso fornece muito mais informação para se investigar o fenômeno em estudo e graus de liberdade adicionais. A seguir, são mencionadas algumas vantagens dos dados em painel em relação ao uso exclusivo do corte transversal ou das séries temporais (BALTAGI, 2001; ELHORST, 2003; HSIAO, 2003):

- Ao combinar séries temporais com dados de corte transversal, os dados em painel tornam-se “mais informativos”, adquirem mais variabilidade e menos colinearidade entre as variáveis, além de maior grau de liberdade e eficiência;
- Os dados em painel podem detectar e medir efeitos melhor do que quando a observação é feita por meio de corte transversal puro ou série temporal pura;
- Os dados em painel nos permitem estudar modelos comportamentais mais complexos, como fenômenos de mudança tecnológica que pode ser bem mais tratada por dados em painel do que por dados de corte transversal puro ou de séries temporais puras;
- A inclusão da dimensão seccional, num estudo temporal agregado, confere maior variabilidade aos dados, na medida em que a utilização de dados agregados resulta em séries mais suaves do que as séries individuais que lhes servem de base.

Almeida (2007) e Johnston e Dinardo (1997) concordam que o método em dados em painel é útil em relação à omissão de variáveis específicas da região em estudo sobre as propriedades dos estimadores e dos resultados da regressão. Isso significa dizer também que o painel de dados seria uma maneira de acomodar a heterogeneidade espacial que se manifesta nos coeficientes, quer sejam nos interceptos, quer sejam nas inclinações. A utilização de dados sobre a dinâmica temporal e a individualidade das unidades de observação, permite que os dados em painel contribuam para um controle melhor dos efeitos de variáveis não-observadas ou omitidas.

Maranduba Júnior (2007) ressalta que os dados em painel facilitam uma análise mais eficiente das dinâmicas de ajustamento. O uso de dados em painel permite identificar e medir efeitos que não são pura e simplesmente detectáveis em estudos exclusivamente seccionais ou temporais, bem como a construção e testes de modelos comportamentais complexos. Em resumo, os dados em painel enriquecem, de certa forma, a análise empírica de maneira que seria difícil se a análise espacial e temporal se restringisse aos dados de corte transversal ou séries temporais isoladamente.

Apesar disso, o uso de dados em painel não está isento de problemas. Marques (2000) afirma que o risco de se ter amostras incompletas e com graves problemas de coletas de dados é grande, bem como a importância dos erros de medida. Como esses dados envolvem tanto dimensões transversais quanto temporais, os problemas que afetam os dados de corte transversal (como a heterocedasticidade) e as séries temporais (como a autocorrelação) precisam ser enfrentados. Também há problemas adicionais, como a correlação cruzada de unidades individuais no mesmo ponto do tempo.

No painel de dados pode ocorrer ainda problemas relacionados ao enviesamento de seleção, quer dizer, erros resultantes da seleção dos dados que não constituam uma amostra aleatória. Isso inclui questões como a auto-seletividade (amostras truncadas) e ausência de resposta ou atrito (exclusão de indivíduos em sucessivas rodadas devido à morte ou alteração de residência, por exemplo).

Dado que os modelos tradicionais de painel de dados conseguem apenas acomodar o efeito espacial representado pela heterogeneidade espacial, denominados de modelos de efeitos não-observados, existem duas possibilidades para a modelagem desses efeitos: modelos de dados em painel com efeitos fixos e modelos de dados em painel com efeitos aleatórios.

No modelo de efeitos fixos, o intercepto do modelo de regressão pode diferir entre indivíduos para levar em conta o fato de que cada unidade individual ou de corte transversal pode ter algumas características especiais. Para levar em conta os diferentes interceptos, pode-se recorrer às variáveis binárias. O modelo de efeitos fixos é adequado a situações em que o intercepto específico ao indivíduo pode estar correlacionado com um ou mais regressores (GUJARATI, 2006).

Uma alternativa ao modelo de efeitos fixos é o modelo de efeitos aleatórios ou modelo de componentes de erro. Neste modelo pressupõe-se que o intercepto de uma unidade individual é uma extração aleatória de uma população muito maior com um valor médio constante. O intercepto individual pode ser, então, expresso como o desvio de seu valor médio

constante. O modelo de correção dos erros é adequado a situações em que o intercepto (aleatório) de cada unidade de corte transversal não está correlacionado com os regressores (GUJARATI, 2006).

Judge *et alii* (1980) propõem algumas observações a respeito da escolha entre o modelo de efeitos fixos e o modelo de efeitos aleatórios:

- Se  $T$  (número de dados de séries temporais) for grande e  $N$  (o número de unidades de corte transversal) pequeno, tenderá a ocorrer uma pequena diferença nos valores dos parâmetros estimados por meio do modelo de efeitos fixos e do modelo de efeitos aleatórios. Logo, para este caso, o modelo de efeitos fixos pode ser preferível;
- Se  $N$  for grande e  $T$  pequeno, as estimativas obtidas pelos dois métodos podem ser muito diferentes. Nesse caso, a inferência estatística está condicionada às unidades de corte transversal observadas da amostra. Isso seria adequado se as unidades individuais ou de corte transversal da amostra não são extrações aleatórias de uma amostra maior. Nesse caso, o modelo de efeitos fixos é adequado.

Formalmente, utiliza-se o teste de Hausman para a seleção do modelo entre as opções de efeitos fixos ou aleatórios. O teste formulado por Hausman tem uma distribuição  $\chi^2$  assintótica. Se a hipótese nula for rejeitada ( $H_0$ : efeitos aleatórios são consistentes e  $H_1$ : efeitos aleatórios não são consistentes), a conclusão é que o modelo de efeitos aleatórios não é adequado, sendo preferível empregar o modelo de efeitos fixos, e nesse caso, as inferências estatísticas serão condicionadas a  $\varepsilon_i$  na amostra.

### 3.2.1 Modelo de efeitos fixos sem a inclusão de componentes espaciais

Hsiao (2003) afirma que o método de estimação para o modelo de efeitos fixos, sem considerar a ordem espacial, assumindo apenas efeitos fixos por unidade *cross-section* (sem efeitos fixos por período de tempo), é realizado como descrito abaixo:

Considera-se o modelo de efeitos fixos sem dependência espacial proposto por Elhorst (2003) na forma empilhada:

$$y_t = X_t \beta + \alpha + \varepsilon_t \text{ com } i = 1, \dots, N \text{ e } t = 1, \dots, T \quad (9)$$

em que  $y_t = (y_{1t}, \dots, y_{Nt})'$ ,  $X_t = (X_{1t}, \dots, X_{Nt})'$ ,  $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_N)'$  e  $\varepsilon = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_N)'$ . Condicional à especificação da variável de intercepto, a equação de regressão pode ser estimada como um modelo de efeitos fixos ou aleatórios.

O modelo (9) é baseado em uma hipótese de que o efeito específico está relacionado com variáveis explicativas, quer dizer:  $E[\alpha / X_i] \neq 0$ . Segundo Johnston e Dinardo (1997), o pressuposto anterior assume que o termo de erro possui média nula e variância constante.

$$E[\varepsilon_i] = 0 \qquad E[\varepsilon_i \varepsilon'_i] = \sigma_\varepsilon^2 I_T \qquad (10)$$

com  $I_T$  denotando uma matriz identidade  $T \times T$ .

Os demais pressupostos são que os efeitos fixos não estão autocorrelacionados no espaço, ou seja,

$$E[\alpha_i \alpha_j] = 0, \text{ caso } i \neq j \qquad (11)$$

Finalmente, pressupõe-se que os efeitos fixos não estão relacionados com o termo aleatório  $\varepsilon_i$ , ou seja,

$$E[\alpha / \varepsilon_i] = 0 \qquad (12)$$

### 3.2.2 Modelo de efeitos fixos com dependência espacial

Nos modelos de dados em painel com efeitos espaciais alguns problemas podem surgir, como a heterogeneidade espacial e a dependência espacial. Barreto (2007) ressalta que a heterogeneidade espacial aparece quando se utilizam dados de unidades espaciais muito distintas para analisar um fenômeno. A solução para esse problema, no entanto, está no uso de técnicas econométricas padronizadas.

No trabalho será considerada a especificação de efeitos fixos com efeitos espaciais, haja vista que, segundo Almeida (2007), o modelo de efeitos aleatórios é menos freqüente nas aplicações e não oferece nenhum problema caso o modelo de efeitos fixos for adotado para representar o fenômeno em estudo.

Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007, p.1364) utilizaram o modelo de efeitos fixos com dependência espacial para estimação dos determinantes do processo inovativo na Espanha. A justificativa para a escolha deste modelo decorre das características locais não-observáveis como a dotação de P&D e produtividade, que podem ser afetados ao longo do tempo.

Para averiguar a necessidade de introdução de algum componente espacial, Almeida (2007) sugere checar se os resíduos do modelo tradicional de efeitos fixos mostram-se autocorrelacionados espacialmente, quer dizer, se há autocorrelação na dimensão do corte cruzado.

Deste modo, para verificar a presença de autocorrelação espacial nos resíduos, aplica-se o teste  $I$  de Moran para os resíduos das observações em corte cruzado para cada ano. Caso seja constatada a presença de erros autocorrelacionados, há a necessidade de tratar essa dependência, incorporando algum componente espacial no modelo.

Com base em Elhorst (2003), o modelo de efeitos fixos na forma empilhada com dependência espacial é especificado como:

1) com a inclusão da autocorrelação espacial do erro:

$$y_t = \alpha + X_t\beta + \varepsilon_t, \text{ sendo que } \varepsilon_t = \lambda W\varepsilon_t + v_t \quad (13)$$

ou seja, a estrutura do erro do modelo de efeito fixo precisa ser alterada com a inclusão dos erros autocorrelacionados espacialmente. Em que  $W$  é a matriz de pesos espaciais e  $W\varepsilon_t = (W\varepsilon_{1t}, \dots, W\varepsilon_{Nt})'$  é o vetor de defasagem do termo de erro, e  $\lambda$  representa o parâmetro auto-regressivo espacial ( $-1 < \lambda < 1$ ).

2) com a inclusão da variável dependente espacialmente defasada:

$$y_t = \alpha + \rho W y_t + X_t\beta + \varepsilon_t \quad (14)$$

em que  $\rho$  é o parâmetro de defasagem auto-regressiva ( $-1 < \rho < 1$ ) e  $W y_t = (W y_{1t}, \dots, W y_{Nt})'$  é o vetor da variável dependente defasada;  $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_N)'$  é o vetor intercepto que captura os efeitos fixos de cada unidade espacial;  $X_t = (X_{kt}', \dots, X_{Nt}')$  é uma matriz de observações das variáveis explicativas e  $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_k)'$  é um vetor a ser estimado.

3) com a inclusão da variável que incorpora os transbordamentos espaciais:

$$y_t = \alpha + X_t\beta + W X_t\tau + \varepsilon_t \quad (15)$$

em que  $\tau = (\tau_1, \dots, \tau_k)'$  é um vetor de coeficientes de externalidades da regressão e  $W X_t = (W X_{kt}', \dots, W X_{Nt}')$  é a matriz que representa a defasagem espacial das variáveis explicativas.

4) com a inclusão tanto da variável dependente espacialmente defasada quanto pelas variáveis explicativas espacialmente defasadas, também chamado de Durbin Espacial:

$$y_t = \alpha + X_t\beta + WX_t\tau + \rho W y_t + \varepsilon_t \quad (16)$$

Nos quatro modelos anteriores temos que  $E(\varepsilon_i) = 0$ ,  $E(\varepsilon_i\varepsilon_i') = \sigma^2 I_T$  e  $E(\varepsilon_i\varepsilon_j') = 0$ , se  $i \neq j$ ;  $I_T$  denota uma matriz identidade  $T \times T$ . O termo  $\alpha$  representa um vetor de efeitos fixos ou de efeitos não observáveis para diferentes unidades *cross-section*, porém constante no tempo.

O estimador de MQO também é chamado de LSDV (*least-squares dummy-variable*) porque os valores observados da variável para o coeficiente  $\alpha_i$  tomam a forma de variáveis *dummies*. Esse método (*LSDV*) é consistente à medida que as perturbações seguem as hipóteses clássicas e com  $N \rightarrow \infty$  e  $T \rightarrow \infty$  (MARQUES, 2000).

O procedimento computacional para estimar o parâmetro de inclinação ( $\beta$ ), segundo HSIAO (2003), não requer que as variáveis *dummies* para os efeitos individuais sejam incluídas na matriz de variáveis explicativas. O autor sugere somente encontrar as médias das observações das séries temporais para cada unidade *cross-section* individualmente, transformando as variáveis observadas por subtração da média apropriada da série temporal e, então, aplicar o método dos mínimos quadrados aos dados transformados.

Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007) usam o método de estimação *within-group*, tendo como justificativa a inconsistência das estimações pelo MQO, causada pela omissão de variáveis características das regiões em estudo.

Marques (2000) recomenda o uso dos estimadores das variáveis instrumentais para evitar o problema da perda de consistência, após o uso da diferenciação do modelo. Porém, a eficiência dos estimadores é questionável, caso haja poucas variáveis explicativas exógenas.

Anselin (1988) afirma que na presença de dependência espacial no termo de erro, o pressuposto padrão de uma matriz de covariância de erro esférica não se mantém. Logo, as estimações por MQO, inclusive o *within-group* se tornam inapropriadas, pois, neste caso, os estimadores, são não enviesados, mas deixam de ser eficientes, uma vez que as estimações dos erros-padrão são enviesadas.

Em relação ao modelo de defasagem, ocorre o aumento de uma variável no número de variáveis explicativas, que seria a variável dependente espacialmente defasada, de natureza endógena. Caso essa variável seja ignorada, os estimadores de MQO serão enviesados e inconsistentes. A literatura recomenda o uso de alguns métodos de estimação alternativos,

para evitar esses problemas, como a utilização de variáveis instrumentais, método generalizado dos momentos e o uso de funções de verossimilhança.

Com base em Elhorst (2003), considerando os efeitos espaciais, uma alternativa de estimar a equação transformada por MQO, refere-se ao uso das funções de Máxima Verossimilhança.

No caso em que se observa a não-normalidade dos resíduos e de heterocedasticidade, Anselin (1988) indica como solução o método dos mínimos quadrados generalizados exequíveis (MQGE). O procedimento para o cálculo do MQGE, conforme Wooldridge (2002) é descrito abaixo:

- a) Executar a regressão  $y$  sobre  $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{it}$  e obter os resíduos  $\hat{\varepsilon}$ ;
- b) Criar  $\log(\hat{\varepsilon}^2)$ , para tanto, em primeiro lugar, eleva-se os resíduos por MQO ao quadrado e depois calcular seu log natural;
- c) Executar a regressão de  $\log(\hat{\varepsilon}^2)$  sobre  $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{it}$  e obter os valores estimados,  $\hat{g}$ ;
- d) Calcular os valores estimados:  $\hat{h} = \exp(\hat{g})$ ;
- e) Calcular as equações (7) e (8), pelo método dos mínimos quadrados ponderados (MQP), utilizando como pesos  $1/\hat{h}$ .

O modelo de efeitos fixos com defasagem espacial seria reestimado com as variáveis transformadas como segue:

$$(y_i / \sqrt{\hat{h}}) = (\alpha / \sqrt{\hat{h}}) + \rho W_1 (y_i / \sqrt{\hat{h}}) + (X_i / \sqrt{\hat{h}}) \beta + (\varepsilon_i / \sqrt{\hat{h}}) \quad (17)$$

Um problema isolado do modelo de efeitos fixos, ressaltado por Elhorst (2003), é relacionado ao chamado *parâmetro incidental*, quer dizer, o número de parâmetros a serem estimados cresce à medida que a amostra aumenta. Apenas os coeficientes de inclinação ( $\beta$ ) podem ser estimados consistentemente, no caso de painéis curtos, onde o  $T$  é fixo e  $N \rightarrow \infty$ .

Nesse caso, Anselin (2001) destaca que o coeficiente de efeitos fixos espacial não pode ser estimado consistentemente por causa do número de informações disponíveis para a estimação de  $\alpha$ , pois está limitado a  $T$  observações. Porém, a inconsistência de  $\alpha$  não é transmitida para o estimador do coeficiente de inclinação na equação transformada desde que esse estimador não seja uma função do estimador de  $\alpha$ . Nesse caso, a propriedade de grandes amostras do modelo de efeitos fixos se aplica à equação transformada quando o  $N \rightarrow \infty$ , de acordo com Lee (2001a, 2001,b) *apud* Elhorst (2003).

O problema dos parâmetros incidentais independe do tipo de modelo espacial utilizado, segundo Elhorst (2003), pois esta dificuldade pode ocorrer quando os efeitos espaciais não estão presentes. Entende-se que esse problema desaparece quando  $N$  é fixo e  $T \rightarrow \infty$ .

O modelo de efeitos fixos com defasagem espacial ou o modelo de efeitos fixos com erro espacial podem ser testados contra o modelo de defasagem espacial ou erro espacial sem efeitos fixos utilizando o teste F, conforme Baltagi (2001) *apud* Elhorst (2003).

Elhorst (2003) garante que o teste do tipo Hausman também pode ser utilizado para checar qual é o modelo mais adequado: um modelo de efeitos aleatórios com defasagem espacial (ou erro espacial) contra um modelo de efeitos fixos com defasagem espacial (ou erro espacial).

Como não se sabe qual o tipo de dependência espacial o modelo estimado irá apresentar, serão adotados no trabalho os seguintes procedimentos de estimação:

1- Considerando o modelo de efeitos fixos dado pela equação (12), estima-se por *least squares dummy variable* (LSDV), em que é usado o MQO, adicionando uma *dummy* para cada região na regressão para capturar o efeito fixo;

2- Checar os resíduos para averiguar a presença de dependência espacial (teste do  $I$  de Moran);

3- Se não houver dependência em nenhum ano, ficar com os resultados do modelo de efeitos fixos, caso contrário, seguir para o próximo ano;

Caso contrário, com base em Elhorst (2003) e Anselin (2003), o modelo de dados em painel espacial com efeitos fixos na forma empilhada, com  $N$  observações *cross-section* e  $T$  observações de séries temporais pode ser apresentado como se segue na equação proposta por Elhorst (2003) e Anselin (2003):

$$y_t = \alpha + \rho W_1 y_t + X_t \beta + W_1 X_t \tau + \varepsilon_t, \quad \forall i = 1, \dots, N \text{ e } t = 1, \dots, T \quad (18.a)$$

$$\varepsilon_t = \lambda W_2 \varepsilon_t + u_t \text{ tal que } \varepsilon \sim (0, \sigma^2 I) \quad (18.b)$$

em que  $y_t = (y_{1t}, \dots, y_{Nt})'$  é o vetor de observações da variável dependente;  $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_N)'$  é o vetor de intercepto que capta os efeitos fixos de cada unidade espacial;  $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_k)'$  é um vetor de coeficientes a ser estimado;  $X_t = (X_{1t}, \dots, X_{Nt})'$  é uma matriz de observações das variáveis explicativas;  $\tau = (\tau_1, \dots, \tau_k)'$  é um vetor de coeficientes das externalidades da

regressão;  $W_1 X_t = (W_1 X_{kt}, \dots, W_1 X_{Nt})'$  é a matriz que representa a defasagem espacial das variáveis explicativas;  $W_1$  e  $W_2$  são matrizes de pesos espaciais diferentes;  $\varepsilon_t = (\varepsilon_{1t}, \dots, \varepsilon_{Nt})'$  é o termo de erro autocorrelacionado; e  $u_t = (u_{1t}, \dots, u_{Nt})'$  é um vetor de erros i.i.d com variância  $\sigma^2$ ;  $W_1 y_t = (W_1 y_{1t}, \dots, W_1 y_{Nt})'$  é o vetor da variável dependente defasada e  $\rho$  é o parâmetro da defasagem auto-regressiva da variável dependente ( $-1 < \rho < 1$ ); e  $W_2 \varepsilon_t = (W_2 \varepsilon_{1t}, \dots, W_2 \varepsilon_{Nt})'$  é o vetor de defasagem do termo de erro, onde  $\lambda$  representa o parâmetro auto-regressivo espacial do erro ( $-1 < \lambda < 1$ ).

4- Estimar por mínimos quadrados generalizados exequíveis (MQGE) os seguintes modelos de efeitos fixos da equação (11): modelo de defasagem espacial (assumindo  $\lambda=0$ ,  $\tau=0$  e  $\rho \neq 0$ ); modelo com erro espacial (sendo  $\rho=0$ ,  $\tau=0$  e  $\lambda \neq 0$ ); o modelo com transbordamentos espaciais localizados (assumindo  $\lambda=0$ ,  $\rho=0$  e  $\tau \neq 0$ ); o modelo na especificação de Durbin espacial (com  $\lambda=0$ ,  $\rho \neq 0$  e  $\tau \neq 0$ ); o modelo com defasagem e erro espaciais (sendo  $\tau=0$ ,  $\rho \neq 0$  e  $\lambda \neq 0$ ); e o modelo com erro espacial e com transbordamentos espaciais localizados (com  $\rho=0$ ,  $\lambda \neq 0$  e  $\tau \neq 0$ ).

5- Depois de estimados todos esses modelos, selecionar como melhor modelo aquele que atender a dois critérios, ordenados em importância: 1) os resíduos do modelo não apresentam autocorrelação espacial; 2) o modelo apresenta menor valor do critério de informação de Akaike – AIC.

### 3.3 MODELO TEÓRICO

A análise dos determinantes da inovação tem por base a estrutura teórica da função de produção do conhecimento desenvolvida por Griliches (1979) e estendida por Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007) que incluíram variáveis de controle. A expansão do modelo permitiu levar em consideração a difusão do conhecimento ao longo do tempo e os esforços de P&D da economia local do ano anterior que poderiam gerar transbordamentos de conhecimento locais, favorecendo a inovação local. Com isso, a geração da inovação pode ser formalizada abaixo:

$$I_t = f(I_{t-1}, E_t, PD_{t-1}) \quad (19)$$

em que  $I_t$  representa a inovação gerada na microrregião  $i$  no período  $t$ ;  $I_{t-1}$  caracteriza as inovações defasadas em um período, influenciando a atividade inovativa na região no período

corrente;  $E_t$  denota a dotação de capital humano das regiões,  $PD_{t-1}$  indica os esforços de P&D da região no período imediatamente anterior. Furman *et alii* (2002) consideram a capacidade inovativa regional como uma habilidade de uma região para produzir e comercializar inovações a longo prazo.

Tendo em vista que alguns fatores adicionais também podem determinar a inovação, outras variáveis foram incluídas no modelo. O objetivo foi observar a estrutura local das regiões e avaliar sua atividade econômica (AUDRETSCH e FELDMAN, 2004). A argumentação seria baseada no fato de que é preciso identificar como a composição da atividade econômica pode formar as externalidades de aglomeração e promover a inovação. No caso deste trabalho, a investigação prende-se à análise das microrregiões paulistas e ao seu desempenho inovativo, considerando a análise das variáveis inseridas no modelo.

A análise leva em consideração a presença das externalidades de especialização – MAR (Glaeser *et alii*, 1992) e de diversificação (Jacobs, 1969) e, com isso, pretende-se observar os efeitos dessas variáveis nas regiões. Além disso, o novo modelo considera e identifica o conhecimento tecnológico e as novas idéias como sendo de caráter parcialmente público ou não perfeitamente apropriáveis. O transbordamento do conhecimento, no entanto, seria delimitado a regiões próximas, mas poderia mover-se livremente entre as regiões.

Com isso, expandiu-se o modelo (12), considerando, além dos fatores determinantes da composição da atividade econômica local, as externalidades de diversificação ( $D_t$ ) e de especialização ( $S_t$ ), como também os novos conhecimentos desenvolvidos em regiões próximas ( $FS_t$ ). O vetor ( $FS_t$ ) representa a defasagem espacial das variáveis explicativas ( $W_1\_I_{t-1}$ ,  $W_1\_PD_{t-1}$ ,  $W_1\_D_t$ ,  $W_1\_S_t$ ,  $W_1\_E_t$ ). Vale ressaltar que as variáveis descritas anteriormente avaliam os aspectos de transbordamentos ou externalidades espaciais (*spillovers*). Tal modificação constitui o novo modelo:

$$I_t = f(I_{t-1}, E_t, PD_{t-1}, S_t, D_t, FS_t) \quad (20)$$

### 3.4 MODELO EMPÍRICO

A análise terá como referência o modelo econométrico espacial para dados em painel, proposto por Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007), como especificado no modelo geral na forma empilhada abaixo:

$$I_t = \alpha + \rho W_1 I_t + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 PD_{t-1} + Z_t \delta + W_1 FS_t \tau + \varepsilon_t, \quad (21.a)$$

$$\text{em que } \varepsilon_t = \lambda W_2 \varepsilon_t + u_t \quad (21.b)$$

Na equação 21.a o termo  $I_t = (I_{1t}, \dots, I_{Nt})'$  é o vetor das patentes *per capita*, que são *proxy* da inovação para as microrregiões  $i$  no período  $t$ ;  $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_N)'$  representa o vetor de efeitos fixos específicos para cada microrregião;  $W_1$  é uma matriz de pesos espaciais, sendo que  $W_1 I_t = (W_1 I_{1t}, \dots, W_1 I_{Nt})'$  é o vetor de defasagem espacial da variável dependente e  $\rho$  é o coeficiente de defasagem espacial, captando os efeitos de transbordamento da atividade inovativa;  $I_{t-1} = (I_{1,t-1}, \dots, I_{N,t-1})'$  é o vetor de defasagem temporal de um ano para a inovação e  $\beta_1$  é o parâmetro a ser estimado;  $PD_{t-1} = (PD_{1,t-1}, \dots, PD_{N,t-1})'$  é o vetor que constitui a *proxy* da capacidade de P&D das microrregiões, a saber, o número de empregados com formação tecnológica, descrito na seção 3.4.1, que são defasados temporalmente em um ano dividido pelo total de empregados da microrregião, segundo a RAIS, e  $\beta_2$  é o seu coeficiente;  $Z_t = (Z_{1t}', \dots, Z_{Nt}')$  é a matriz que representa as demais variáveis explicativas ( $E_t, S_t, D_t$ ) e  $\delta = (\delta_1, \dots, \delta_k)'$  representa o vetor de coeficientes;  $W_1 FS_t = (W_1 FS_{1t}', \dots, W_1 FS_{Nt}')$  expressa a matriz de defasagem espacial das variáveis explicativas, sendo  $\tau = (\tau_1, \dots, \tau_k)'$  o vetor representando as externalidades ou os transbordamentos dessas variáveis;  $\varepsilon_t = (\varepsilon_{1t}, \dots, \varepsilon_{Nt})'$  é o termo de erro autocorrelacionado;  $u_t = (u_{1t}, \dots, u_{Nt})'$  é um vetor de erros independentes e identicamente distribuídos (i.i.d.) com variância  $\sigma^2$ ;  $\lambda$  representa o coeficiente de autocorrelação espacial do termo de erro;  $W_2$  representa uma matriz de pesos espaciais, sendo que  $W_2 \varepsilon_t = (W_2 \varepsilon_{1t}, \dots, W_2 \varepsilon_{Nt})'$  é o vetor de defasagem do termo de erro.

As matrizes  $W_1$  e  $W_2$  são diferentes tendo um efeito mais amplo ou localizado e os resultados das especificações da utilização das duas matrizes referem-se para o modelo de defasagem espacial ou para o modelo de erro espacial, evitando assim problemas de identificação quanto à especificação do modelo (ANSELIN e BERA, 1998).

A partir do modelo geral dado em (21), e considerando-se os testes de normalidade dos resíduos, de heterocedasticidade e dependência espacial, pretende-se analisar os modelos de atividade inovativa que se seguem:

Modelo (1) sem correção espacial:

$$I_t = \alpha + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 PD_{t-1} + Z_t \delta + \varepsilon_t \quad (22)$$

Como no presente trabalho a variável dependente será espacialmente defasada, é possível que a autocorrelação espacial esteja vinculada a esta variável. Desta forma, apresenta-se o modelo de defasagem espacial da seguinte forma:

Modelo (2) com correção de defasagem espacial:

$$I_t = \alpha + \rho W_1 I_t + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 PD_{t-1} + Z_t \delta + \varepsilon_t \quad (23)$$

Caso o termo de erro considerado  $\varepsilon_t$  siga um processo espacial auto-regressivo, tem-se que:

Modelo (3) com correção espacial no termo de erro:

$$I_t = \alpha + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 PD_{t-1} + Z_t \delta + \varepsilon_t \quad (24.a)$$

$$\varepsilon_t = \lambda W_2 \varepsilon_t + u_t \quad (24.b)$$

Caso se considere apenas o efeito de transbordamento das variáveis explicativas, sem a inclusão da defasagem da variável explicativa, tem-se o modelo com transbordamentos espaciais localizados. O modelo assume a seguinte expressão:

Modelo (4) regressivo cruzado espacial:

$$I_t = \alpha + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 PD_{t-1} + Z_t \delta + W_1 FS_t \tau + \varepsilon_t \quad (25)$$

Também se pode considerar que, por meio da indicação de testes estatísticos, o modelo que inclui o efeito transbordamento representado pela defasagem espacial da variável dependente e defasagem espacial das variáveis explicativas. Esse modelo é especificado a seguir:

Modelo (5) de Durbin espacial:

$$I_t = \alpha + \rho W_1 I_t + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 PD_{t-1} + Z_t \delta + W_1 FS_t \tau + \varepsilon_t \quad (26)$$

No modelo de Durbin espacial, tem-se caracterizado o efeito da vizinhança sobre a dinâmica da inovação. Damorfal (2006) explica que o efeito de difusão corresponde a um positivo e significativo parâmetro sobre uma variável dependente defasada espacialmente, capturando a influência direta entre vizinhos.

Com relação ao modelo de erro espacial, a dependência espacial nos resíduos é fruto da influência de variáveis não incluídas na modelagem (efeitos não-modelados), que apresentem um padrão espacial.

No entanto, quando a autocorrelação espacial está vinculada à variável dependente espacialmente defasada e o termo de erro  $\varepsilon_t$  do modelo, segue-se a um processo espacial auto-regressivo, o que constitui no modelo abaixo:

Modelo (6) de defasagem com erro espacial:

$$I_t = \alpha + \rho W_1 I_t + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 PD_{t-1} + Z_t \delta + \varepsilon_t \quad (27.a)$$

$$\varepsilon_t = \lambda W_2 \varepsilon_t + u_t \quad (27.b)$$

Por último, se o termo de erro  $\varepsilon_t$  do modelo segue um processo espacial auto-regressivo e considera os efeitos do transbordamento espacial representado pela defasagem espacial das variáveis explicativas, tem-se um novo modelo:

Modelo (7) de transbordamentos com erro espacial:

$$I_t = \alpha + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 PD_{t-1} + Z_t \delta + W_1 FS_t \tau + \varepsilon_t \quad (28.a)$$

$$\varepsilon_t = \lambda W_2 \varepsilon_t + u_t \quad (28.b)$$

Os modelos apresentados anteriormente são os modelos considerados para corrigir a dependência espacial dos dados. A seguir o detalhamento das variáveis explicativas utilizadas.

### 3.4.1 Tratamento e descrição da base de dados

A base de dados usada neste trabalho foi construída a partir da conjugação de diferentes fontes, como microdados referentes ao VTI de firmas industriais da PIA, dados de patentes do INPI, dados de empregos da RAIS e dados de matrículas em ensino superior da Fundação SEADE.

O depósito de patentes foi cedido pelo INPI, tendo inicialmente, 76.671 registros para o Brasil e 19 campos<sup>10</sup>. Contudo, a disposição das informações apresentava-se não tabulada e não uniforme, sendo necessário um tratamento adequado para a uniformização das observações. Após as correções, os campos considerados para a construção da base foram o depósito de patentes e o endereço do primeiro autor da invenção. Com esse procedimento muitas informações foram desconsideradas porque não possuíam o endereço do inventor devido a omissões no preenchimento do documento de patentes.

No presente trabalho, o autor será chamado de inventor da patente. A residência do inventor foi usada, ao invés da localização do titular da patente pois o objetivo é identificar no território as novas idéias, regionalizando o processo de invenção. Geralmente, o titular corresponde à sede da empresa e, portanto, poderia subestimar as atividades inovadoras quando a invenção fosse desenvolvida em firmas subsidiárias localizadas em outras regiões. Por conseguinte, a região da residência do inventor fornece uma medida mais precisa da exata origem geográfica da atividade inovadora (PACI e USAI, 2000).

Com isso, a amostra após o tratamento da base de patentes, reduziu-se para 25.930 patentes somente em São Paulo, no período em análise, de 1996 a 2003. Todos os dados utilizados, numa primeira etapa, referem-se aos 645 municípios do Estado de São Paulo, sendo posteriormente agregados para microrregiões. Na *proxy* para a escolaridade (E) foi usada a fonte de dados do SEADE, no qual a base de dados foi adquirida no próprio sítio da fundação.<sup>11</sup>

Para os índices de especialização e diversificação, a base da PIA foi utilizada para a obtenção do VTI, segundo a descrição da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) a três dígitos, totalizando 101 grupos industriais das indústrias de transformação da PIA.<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> Os campos referem-se às informações, dispostas em colunas, e possuem as seguintes denominações: depósito, concessão, pedido, autor, cep do autor, a unidade de federação do autor, identificação do autor (CNPJ ou CPF), titular, cep do titular, identificação do titular (CNPJ ou CPF) e a unidade de federação do titular.

<sup>11</sup> Site do SEADE: <http://www.seade.gov.br>.

<sup>12</sup> Para maiores informações da CNAE com suas respectivas classificações, verificar o Anexo 3.

Na próxima seção será exposto um maior detalhamento da construção das variáveis consideradas no trabalho.

### **3.4.2 Apresentação e análise preliminar das variáveis inseridas no modelo**

A amostra contém as 63 microrregiões do estado de São Paulo no período de 1996 a 2003, referentes a 645 municípios. O recorte territorial das microrregiões geográficas como unidade de análise foi adotado por causa dos seguintes motivos:

- tentar minimizar a falta de correspondência entre a unidade político-administrativa adotada e a escala territorial na qual o processo de inovação ocorre. Como exemplo, podemos citar os municípios de Campinas, Jaguariúna e Sumaré ou mesmo de São Paulo com os municípios da região do ABC, nos quais somente se pode apreender as dinâmicas industriais e tecnológicas considerando-os conjuntamente, conforme argumentado em Gonçalves (2007a):

- a literatura brasileira que usa microrregiões como unidade de análise é também um precedente importante para a escolha neste trabalho. Na avaliação do impacto da desigualdade regional de indicadores, vinculados à indústria do conhecimento sobre a concentração industrial brasileira, Diniz e Gonçalves (2001) utilizaram como unidade de observação as principais localidades (microrregiões) brasileiras e constataram a tendência reforçadora do padrão de desenvolvimento macrorregional brasileiro. O uso de microrregiões também foi adotado por Silva e Simões (2004) que buscaram entender a relação entre a interação das atividades científicas e produtivas e a criação de oportunidades tecnológicas.

Em suma, as microrregiões geográficas, através das razões discutidas acima, são relevantes para a discussão da questão regional da atividade tecnológica em São Paulo.

Entretanto, antes da descrição das variáveis inseridas no modelo foram calculadas estatísticas descritivas de todas as variáveis, assim como a matriz de correlação de Pearson. Os resultados encontram-se no anexo 1 e 2, respectivamente. A matriz de correlação contribui para verificar se há algum caso de autocorrelação entre as variáveis explicativas.

A seguir, serão descritas as variáveis utilizadas nas estimações bem como seus referenciais teóricos.

*Variável dependente ( $I_t$ ):* expressa o número de depósitos de patentes das microrregiões, segundo o INPI, dividido pelo total da população das microrregiões, tendo como base a contagem da população de 2006, o censo de 2000 e as estimativas populacionais para os

outros anos do período. Essa variável representa uma *proxy* da capacidade de inovação ou da atividade tecnológica das microrregiões e segue a literatura da área (MORENO *et alii*, 2004; CARLINO *et alii*, 2001). Segundo Breschi (1998), as patentes seriam boas indicadoras da performance tecnológica regional, permitindo a investigação dos determinantes do processo local de inovação.

As variáveis explicativas são representadas pelas variáveis:  $I_{t-1}$ ,  $PD_{t-1}$ ,  $S_t$ ,  $D_t$ ,  $E_t$ .

1) *Defasagem temporal da inovação* ( $I_{t-1}$ ): representa o total de depósito das patentes das microrregiões dividido pelo total da população da microrregião, ambos defasados temporalmente pelo período de um ano.

*Objetivo*: Segundo Ejerme (2004) o uso do período anterior da variável dependente supõe que o atual desenvolvimento da inovação de produtos e processos devem ser analisados como dependentes das inovações anteriores. Isso permite incorporar a idéia de que a produção tecnológica regional é dependente de uma trajetória preestabelecida (*path-dependence*), nos termos formulados por Arthur (1989). O conceito de *path-dependence* fornece a idéia de que um encadeamento de escolhas econômicas está condicionado a situações criadas por escolhas anteriores. A trajetória, no entanto, pode permanecer bloqueada (*lock-in*) quando esses eventos históricos levam a economia a um cenário restrito de determinadas tecnologias inferiores às atuais. Com isso, o problema da eficiência da tecnologia dinâmica estaria na dificuldade de se prever a trajetória tecnológica que conduziria a economia para um padrão eficiente (*path-efficiency*).

O processo que é desencadeado pela trajetória dependente pode ser perigoso no sentido de que o processo tecnológico poderá ficar preso numa *armadilha* considerada a melhor, ou tão boa quanto qualquer outra, voltados para um padrão tecnológico baixo. As críticas quanto ao conceito de *lock-in* e da adoção de uma tecnologia inferior concentram-se na questão de que os padrões inferiores de tecnologia constituem um incentivo à novas pesquisas para descobertas e aplicações tecnológicas complementares (HELLER, 2006). Sendo assim, pode-se verificar se as inovações realizadas no período anterior influenciam a atividade inovativa da microrregião no período corrente.

2) *Capacidade de P&D* ( $PD_{t-1}$ ): pode ser definido como *proxy* dos gastos da microrregião com P&D, a saber, o número de empregados com formação tecnológica, defasados temporalmente em um ano dividido pelo total de empregados da microrregião da RAIS. A

*proxy* para capacidade empresarial de realizar P&D será obtida pela quantidade de empregados com formação em Física, em Química, em Engenharias, em Análise de Sistemas e Programação, segundo a RAIS. A escolha por determinadas profissões deve-se ao fato de haver relevância em termos de possibilidade de transferência de novas técnicas para o setor produtivo, conforme Diniz e Gonçalves (2001).

*Objetivo:* Verificar o impacto da capacidade prévia de realizar P&D sobre a atividade inovativa atual, mais especificamente, capturar a causalidade entre a capacidade de realizar P&D do passado e a produção tecnológica atual da região (BODE, 2004).

3) *Índice de Especialização Industrial* ( $S_i$ ): é calculado pela fórmula  $S_i$ ,  $S_i = \left( \frac{1}{2} \right) \sum_i | (VTI_{ij} / VTI_i) - (VTI_{Nj} / VTI_N) |$ , onde  $i$  representa a microrregião,  $j$  o VTI do setor industrial e,  $N$  o valor total do VTI do setor industrial. Tal variável possui uma variação de 0 a 1, sendo interpretado de maneira que quanto mais próximo da unidade, maior o grau de especialização em atividades ligadas a um determinado setor industrial. Ao contrário, quanto mais próximo de zero sua composição industrial será uniforme em todas as microrregiões (CABRER-BORRÁS e SERRANO-DOMINGO, 2007).

*Objetivo:* As externalidades de especialização são vinculadas à existência de uma acumulação de trabalho qualificado e transbordamento de tecnologia entre as firmas de um mesmo setor da indústria, atingindo assim, retornos crescentes de escala ao final da produção e uma melhor produtividade (ROMER, 1990). Esse índice representa a concentração de uma indústria em localização específica. O coeficiente positivo indica que há uma especialização regional de uma determinada indústria, o que facilita os transbordamentos de conhecimento entre as firmas do mesmo setor industrial e a atividade local inovativa, corroborando a hipótese de externalidade MAR (CABRER-BORRÁS e SERRANO-DOMINGO, 2007).

4) *Índice de Diversificação* ( $D_i$ ): representa o grau de diversificação dos setores industriais. Seu cálculo é realizado através do Índice de Herfindhal-Hirschman, pela fórmula  $D_i = \sum_j (VTI_{ij} / VTI_i)^2$ . O índice mede a diversidade industrial das microrregiões, através do VTI dos setores industriais da CNAE a três dígitos do IBGE. O índice varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de zero, maior é o grau de diversidade das indústrias existentes na microrregião.

*Objetivo:* A variável tem por objetivo identificar o impacto do grau de diversificação industrial sobre a atividade tecnológica regional. Quando uma região é mais especializada em alguma atividade do que no total do Estado de São Paulo, o somatório aumenta. Ao contrário, quando diversos setores seguem a média do Estado, por exemplo, se a região for diversificada, o somatório diminui. Daí o sinal esperado ser negativo, devido à ampla diversidade dos setores industriais encontrados em São Paulo. Desse modo, pode-se afirmar que os graus de especialização e diversificação não são mutuamente exclusivos, pois uma microrregião pode conter setores industriais especializados e, ao mesmo tempo, ser uma região diversificada. (KOO, 2005). Segundo Paci e Usai (2000) usar dois indicadores para captar graus de especialização e diversificação é um passo a frente em relação aos trabalhos que usam apenas um indicador, como o índice de Herfindhal, para representar os dois fenômenos.

As externalidades de diversificação surgem a partir da complementaridade dos diferentes setores industriais entre as firmas, produzindo um maior retorno para o novo conhecimento, como também, facilitando a inovação e promovendo o crescimento econômico (JACOBS, 1969). Quanto maior a diversidade industrial da economia local, ou seja, quanto menor a concentração das firmas de um mesmo setor industrial, maior será a inovação na microrregião.

5) *Nível de escolaridade ( $E_t$ ):* será utilizada como *proxy* de escolaridade a divisão entre as pessoas matriculadas em instituições de ensino superior e a população total da microrregião. A fonte desses dados é do SEADE.

*Objetivo:* Avaliar o papel da dotação de capital humano sobre a atividade tecnológica regional. É notório que firmas com maior conteúdo tecnológico demandem mão-de-obra mais qualificada. Dessa forma, as firmas que empregam trabalho mais qualificado têm mais condições de diferenciar produtos e melhorar sua competitividade (DE NEGRI *et alii*, 2005).

A seguir, no Quadro 4, apresenta-se um resumo relativo às variáveis consideradas para o sistema inovativo das microrregiões paulistas.

Quadro 4- Resumo das variáveis na análise do sistema inovativo das microrregiões paulistas

Variável	Descrição	Sinal Teórico	Sinal Esperado	Referencial Teórico	Referencial Empírico	Fonte
$I_t$	Depósito de patentes dividido pela população da microrregião			Griliches (1990)	Ejermo (2004); Jaffe (1986); Greunz (2004); Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007).	INPI
$I_{t-1}$	Defasagem temporal da variável dependente	+	+	Arthur (1989)	Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007) Ejermo (2004).	INPI
$PD_{t-1}$	Capacidade de realizar P&D	+	+	Jaffe (1989)	Panne (2004); Co (2002); Audretsch e Feldman (1996); Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007); Feldman e Florida (1994); Acosta e Coronado (2003); Fritsch e Franke (2004); Acs e Audretsch (1989); Anselin <i>et alli</i> (1997).	RAIS
$S_t$	Índice de especialização	+	+	Loesch (1954); Glaeser <i>et alli</i> (1992); Arrow (1962); Romer (1986);	Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007); Feldman e Audretsch (1999); Moreno <i>et alli</i> (2005); Greunz (2004); Glaeser <i>et alli</i> (1992); Panne (2004); Das e Finne (2008); Paci e Usai (2000); Koo (2005;2007); Carlino <i>et alli</i> (2001).	PIA
$D_t$	Índice de diversificação	+	-	Jacobs (1969)	Moreno <i>et alli</i> (2005); Feldman e Audretsch (1999)*; Ejermo (2004); Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007); Glaeser <i>et alli</i> (1992); Greunz (2004); Carlino <i>et alli</i> (2001); Das e Finne (2008); Paci e Usai (2000); Koo (2005;2007); Panne(2004).	PIA
$E_t$	Nível de escolaridade	+	+	Jaffe (1989)	Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007); Audretsch e Feldman (1996); Carlino <i>et alli</i> (2001); Bode (2004); Bilbao-Osorio e Rodríguez-Pose (2004).	SEADE

\* O índice de diversificação utilizado pelos autores é referente à base científica.

Fonte: Elaboração própria com base no referencial empírico.

## 4 RESULTADOS DA AEDE

O conjunto de técnicas da AEDE no presente trabalho permitirá identificar e explorar as características espaciais da principal variável sob análise, as patentes *per capita*, ao longo dos anos de 1997 a 2003.

Para tal análise, no entanto, o critério de escolha da matriz de pesos espaciais baseou-se conforme especificado no item 3.1.1. Segundo Baumont *et alii* (2002) a análise deve ser feita apenas para a variável principal, mediante a substituição de várias matrizes (*Queen*, Torre, inverso da distância, inverso do quadrado da distância, k-vizinhos mais próximos para  $k=1$ ,  $k=2$ ,  $k=3$ ,  $k=4$ ,  $k=5$ ,  $k=10$ ,  $k=15$  e  $k=20$ ). A matriz escolhida foi a que proporcionou o maior e mais significativo valor da estatística *I* de Moran para os anos em estudo, a saber, a matriz geográfica de contigüidade por convenção rainha (critério *Queen*), que será utilizada ao longo de todo o trabalho.

### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DA AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL GLOBAL UNIVARIADA

Formalmente, a indicação de autocorrelação espacial é calculada pelas seguintes estatísticas: *I* de Moran, *c* de Geary e *G* de Getis Ord. Essas estatísticas possibilitam analisar se existem ou não autocorrelação espacial da variável analisada. A seguir serão observados os resultados adquiridos pelas respectivas estatísticas, sob análise da variável principal em todos os anos.

Através da estatística *I* de Moran pode-se examinar a existência de autocorrelação espacial positiva ou negativa em todos os anos. Sendo uma medida de dependência espacial, a estatística *I* de Moran tem como objetivo confirmar ou não a hipótese de dados aleatoriamente

distribuídos. A fim de verificar se há autocorrelação espacial, a Tabela 4 mostra o índice de Moran das patentes *per capita* para todos os anos da pesquisa.

**Tabela 4 - Índice de Moran das patentes *per capita* no período 1997-2003**

Ano	Índice de Moran	Média	Desvio Padrão	z-value	Prob.
1997	0,1488	-0,016	0,0789	2,0906	0,0366
1998	0,2124	-0,016	0,0789	2,8964	0,0038
1999	0,1449	-0,016	0,0789	2,0406	0,0413
2000	0,1060	-0,016	0,0789	1,5483	0,1216
2001	0,1268	-0,016	0,0789	1,8119	0,0700
2002	0,0491	-0,016	0,0789	0,8269	0,4083
2003	0,1032	-0,016	0,0789	1,5121	0,1305

Fonte: Elaboração própria com base no software SpaceStat 1.91.

Obs: A matriz de peso espacial utilizada é do tipo *Queen*.

Observa-se que a estatística *I* de Moran se mostra significativa no nível de 5 % de significância para os anos de 1997, 1998 e 1999. Nos anos de 2000, 2002 e 2003 não houve dependência espacial na variável sob análise. No teste da autocorrelação, para os anos em que se acusou a dependência espacial, o valor teórico do coeficiente *I* de Moran,  $E(I) = (-[1/(n-1)])$ , é de -0,016, situando-se abaixo dos valores do calculados para esse indicador.

Este resultado descreve similaridade entre as microrregiões, ou seja, no geral, microrregiões com alto patenteamento *per capita* estão rodeadas por microrregiões vizinhas que também apresentam alto patenteamento *per capita*, o que caracteriza um regime Alto-Alto, e/ou microrregiões de baixo patenteamento *per capita* estão rodeadas por vizinhos que apresentaram comportamento similar (Baixo-Baixo).

Além da estatística *I* de Moran, o valor da estatística *c* de Geary ratifica a questão da autocorrelação espacial. Os valores da estatística *c* de Geary situam-se entre 0 e 2, sendo que seu valor esperado é 1. Valores menores que o seu valor esperado de 1 indicam autocorrelação espacial positiva, enquanto que valores maiores que 1 indicam autocorrelação espacial negativa. Na Tabela 5 pode-se constatar que em todos os anos o número de patentes *per capita* é positivamente autocorrelacionado no espaço, sendo apenas significativo a 5% no nível de confiança nos anos de 1997 e 1998.

Os valores computados para todos os anos seguem na Tabela 5.

**Tabela 5 - Valores da estatística  $c$  de Geary das patentes *per capita* no período 1997-2003**

Ano	$c$ de Geary	Média	Desvio Padrão	z-value	Prob.
1997	0,7740	1,000	0,0824	-2,7426	0,0061
1998	0,7877	1,000	0,0824	-2,5760	0,0100
1999	0,8726	1,000	0,0824	-1,5457	0,1222
2000	0,8952	1,000	0,0824	-1,2714	0,2036
2001	0,8805	1,000	0,0824	0,0824	0,1470
2002	0,9038	1,000	0,0824	-1,1679	0,2429
2003	0,8839	1,000	0,0824	-1,4094	0,1587

Fonte: Elaboração própria com base no software SpaceStat 1.91.

Obs: A matriz de peso espacial utilizada é do tipo *Queen*.

Com relação à estatística  $G$  de Getis-Ord pode-se observar que seus valores ratificam a interpretação da estatística  $c$  de Geary, conforme a Tabela 6:

**Tabela 6- Valores da estatística  $G$  de Getis-Ord das patentes *per capita* no período 1997-2003**

Ano	$G$ de Getis-Ord	Média	Desvio Padrão	z-value	Prob.
1997	0,1095	0,080	0,1395	2,0892	0,0367
1998	0,1158	0,080	0,0103	3,4382	0,0006
1999	0,1324	0,080	0,0158	3,3029	0,0010
2000	0,1100	0,080	0,0104	2,8577	0,0043
2001	0,1076	0,080	0,0099	2,7524	0,0042
2002	0,0983	0,080	0,0101	1,7708	0,0766
2003	0,1148	0,080	0,0117	2,9313	0,0034

Fonte: Elaboração própria com base no software SpaceStat 1.91.

Obs: A matriz de peso espacial utilizada é do tipo *Queen*.

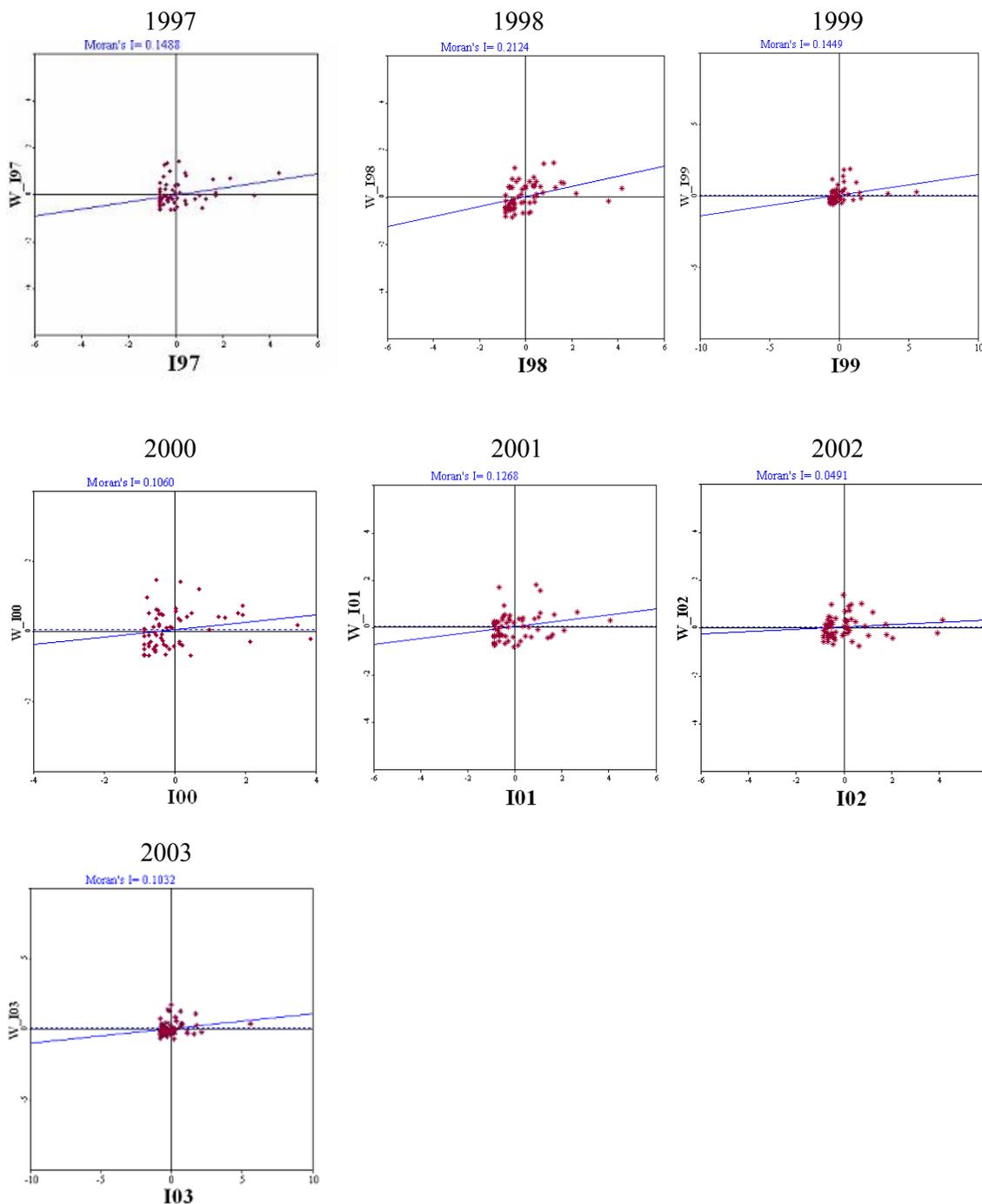
Todos os valores da estatística  $G$  de Getis-Ord são positivos, o que significa dizer que uma microrregião com alto valor de patentes *per capita* é circunvizinha de regiões que ostentam altos valores das patentes *per capita* (Alto-Alto).

Na Figura 3 é possível observar por meio do diagrama de dispersão de Moran todos os anos sob análise. O diagrama de dispersão é uma maneira de visualizar o indicador global de autocorrelação espacial no qual uma inclinação positiva da reta de regressão confirma o padrão de autocorrelação espacial positivo dos dados. Os diagramas de dispersão podem ser examinados na Figura 3.

Através dos diagramas, pode-se constatar uma grande concentração de observações em torno da média nos quatro quadrantes (Alto-Alto, Baixo-Alto, Baixo-Baixo e Alto-Baixo) e algumas microrregiões com relativos desvios-padrões altos. Dentre as regiões localizadas no quadrante Alto-Alto, e que são consideradas como pontos de alavancagem, estão as

microrregiões: São Paulo, Jundiaí, Limeira, Rio Claro, Piracicaba, Campinas, Amparo, Bragança Paulista, Osasco, Ribeirão Preto, Santos, Franca e Araraquara.

**Figura 3- Diagramas de dispersão de Moran das patentes *per capita* das microrregiões paulistas no período 1997-2003<sup>1</sup>**

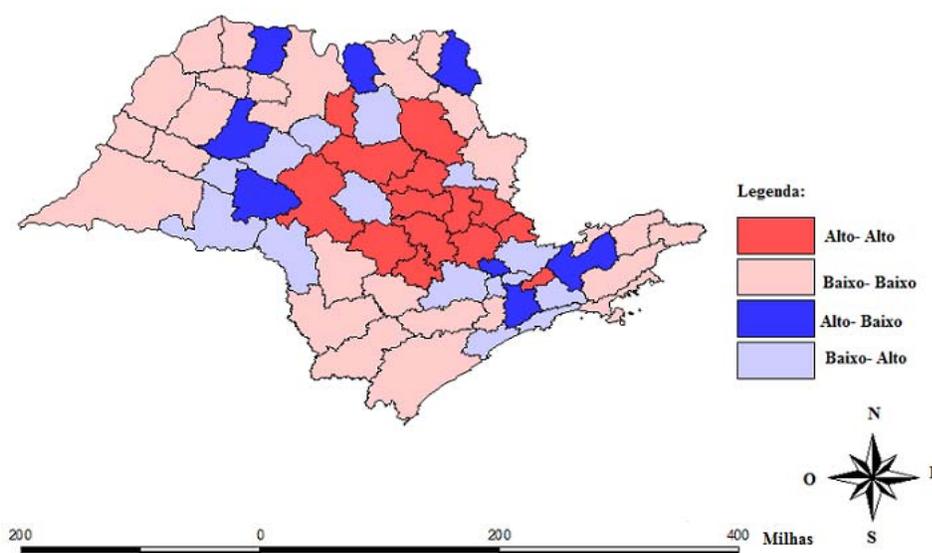


Fonte: Elaboração própria com base no programa GeoDa 0.9.5

<sup>1</sup> A matriz de pesos espaciais utilizada é a matriz *Queen*. Todos os valores estão no nível de 5% de significância. I denota as patentes *per capita* em seus respectivos anos e  $W_I$  indica as patentes *per capita* defasadas espacialmente.

Já o mapa de Dispersão de Moran (Figura 4) permite uma melhor observação dos resultados descritos anteriormente. É importante destacar o avanço da concentração das patentes *per capita*, representado pelo regime (Alto- Alto) no interior do estado de São Paulo nos anos entre 1997 e 2003. Diniz e Gonçalves (2001) salientam que a capacidade inovadora pode estar em cidades menores, com forte especialização produtiva, estrutura industrial com maior peso nos setores intensivos em conhecimento, concentração de pesquisa e mão-de-obra qualificada, como é o caso das microrregiões de Campinas, Piracicaba, São Carlos, Araraquara, dentre outras.

**Figura 4 - Mapa de dispersão de Moran da média das patentes *per capita* no período 1997 a 2003**



Fonte: Elaboração Própria com base no programa ArcView 3.2.

Contudo, o mapa de dispersão de Moran pode esconder padrões locais de autocorrelação espacial, conforme ressalta Almeida (2007). Três situações adversas podem ocorrer, a primeira delas envolve a indicação de um  $I$  de Moran global não significativo. A segunda situação implica uma indicação positiva do  $I$  de Moran global, que oculta a autocorrelação espacial local negativa e não significativa. E, por último, a evidência de uma autocorrelação espacial global negativa que pode acomodar indícios de autocorrelação espacial local positiva para determinados grupos de dados.

Portanto, a avaliação do padrão local da autocorrelação espacial se torna importante para a obtenção de um melhor detalhamento dos dados. Uma maneira de se analisar associações espaciais significativas seria através do mapa de *clusters* espaciais, que ilustra a

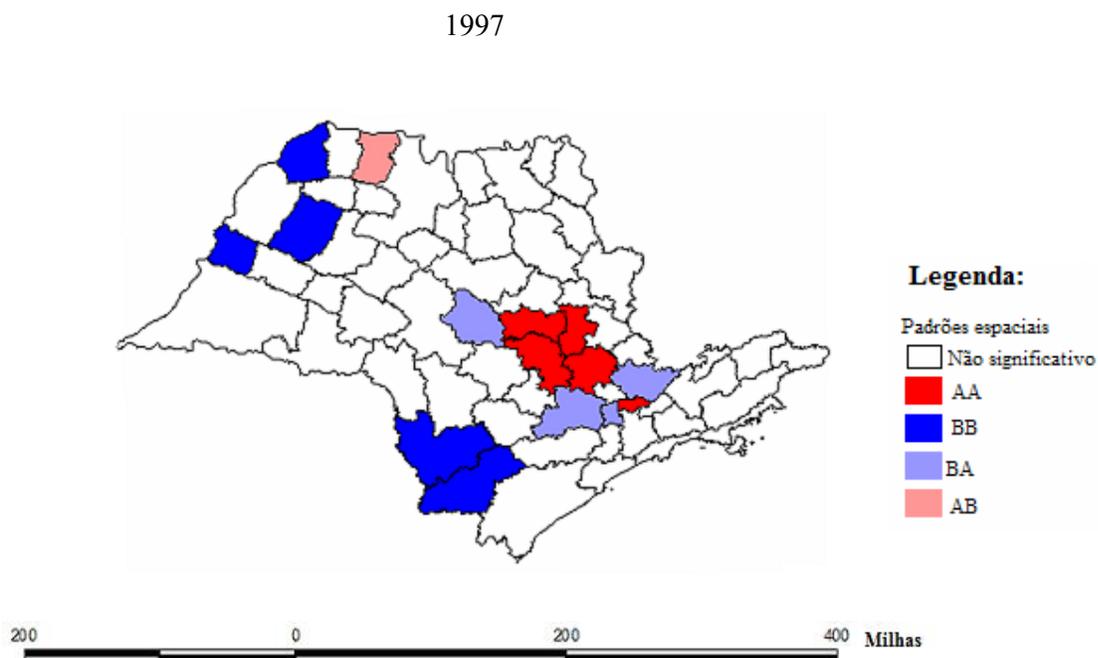
classificação em quatro categorias de associação espacial, e todos são estatisticamente significativos. Além disso, o mapa combina informações do mapa de dispersão de Moran e a informação da medida de associação local  $I_i$ , como será visto a seguir.

#### 4.2 ANÁLISE DOS *CLUSTERS* (LISA) ESPACIAIS DAS PATENTES *PER CAPITA*

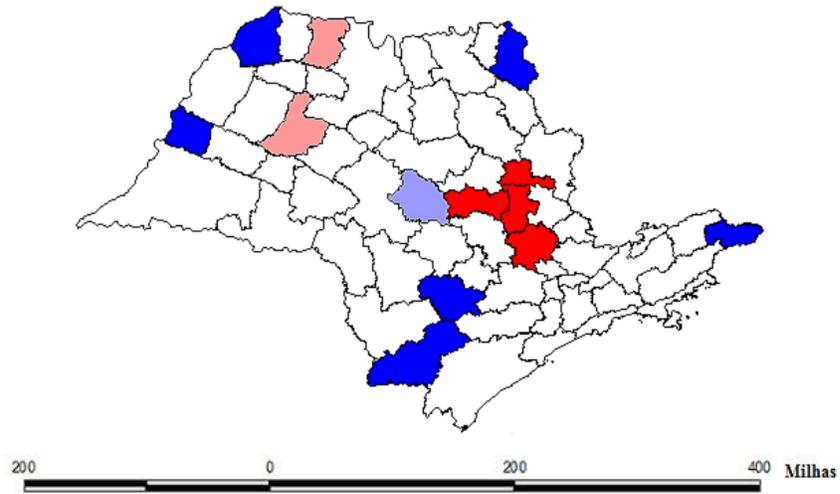
O uso dos indicadores locais de associação espacial (LISA) é importante, pois proporciona, para cada observação, uma indicação da existência de *clusters* espaciais significativos, de valores similares, ao redor daquela observação. A interpretação para a estatística  $I_i$  de Moran local é dada da seguinte forma: valores positivos de  $I_i$  significam que existem *clusters* espaciais com valores similares (altos ou baixos) e os valores negativos de  $I_i$  significam que existem *clusters* espaciais com valores diferentes entre a região e seus vizinhos.

Os mapas de *clusters* para as patentes *per capita*, no período de 1997 a 2003, serão apresentados a seguir na Figura 5, sendo os resultados da estatística  $I_i$  significativos no nível de 5%.

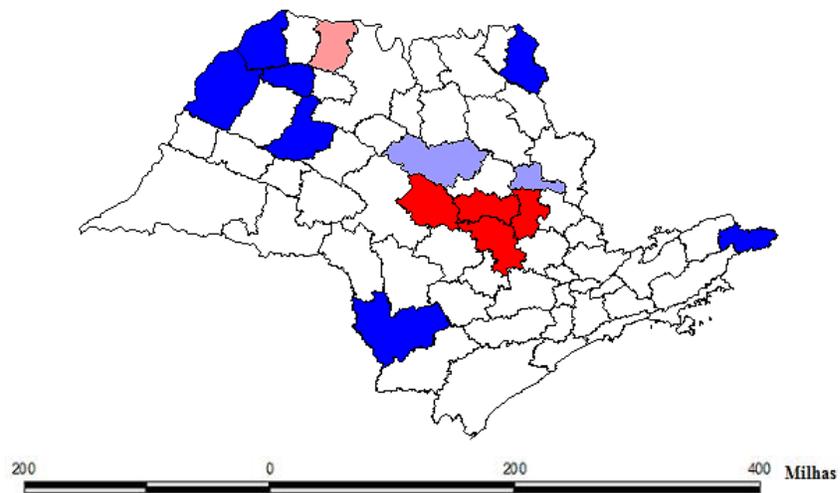
**Figura 5 - Mapas de *clusters* para as patentes *per capita* nas microrregiões paulistas no período 1997-2003**



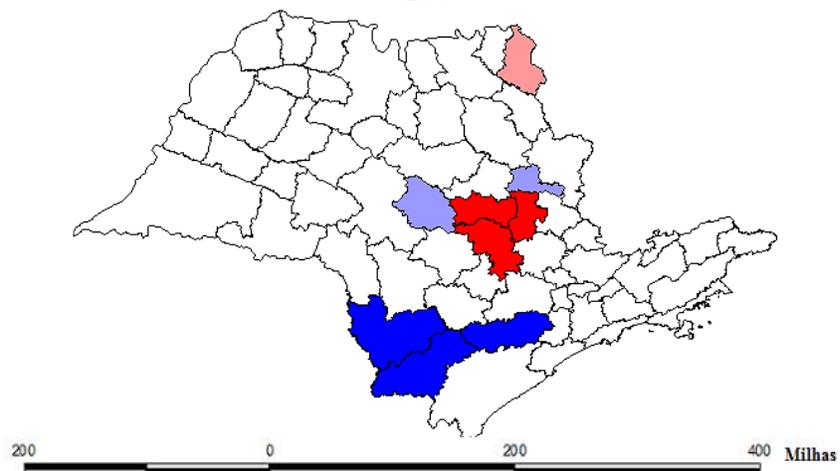
1998

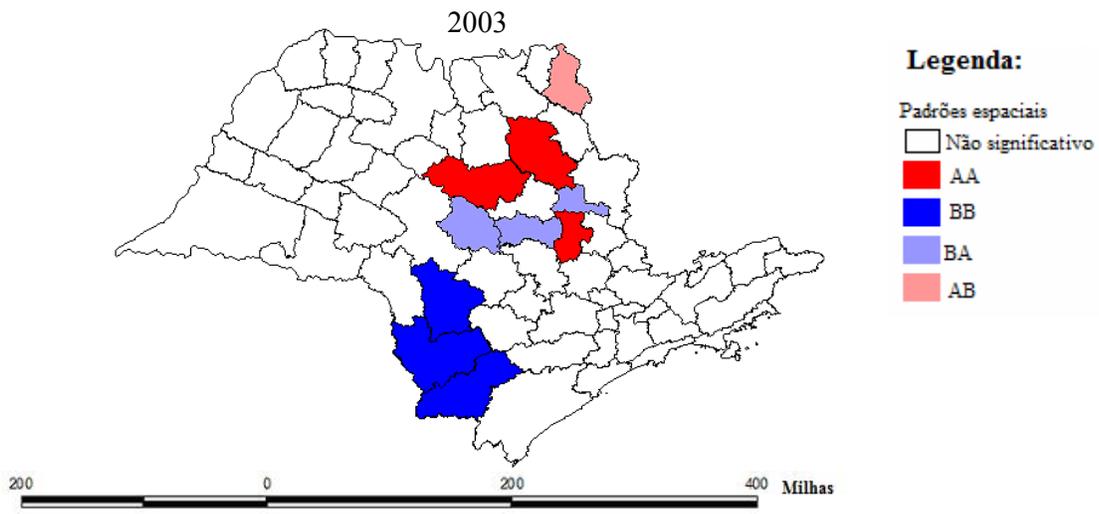
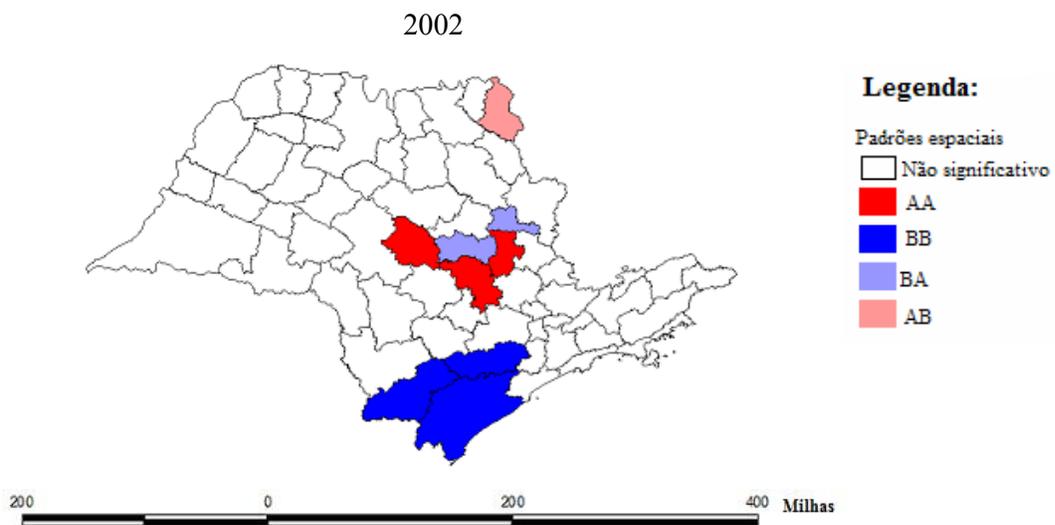
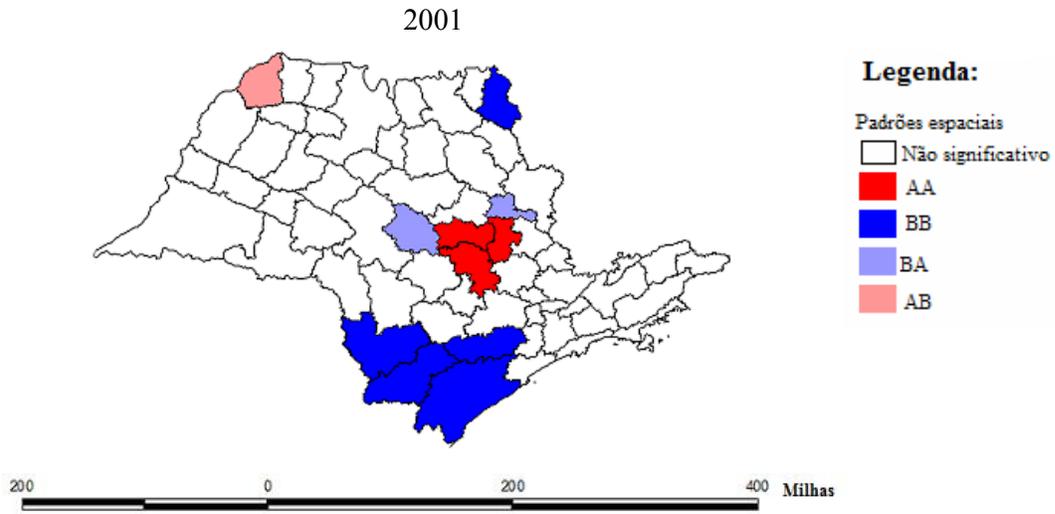


1999



2000





Fonte: Elaboração própria com base no programa GeoDa 0.9.5

Pelos mapas de *clusters* ratifica-se o avanço da atividade inovativa em direção às microrregiões do interior paulista notado nos mapas de dispersão de Moran. Essa tendência é coerente com o papel do interior do estado de São Paulo em absorver investimentos e de se tornar alternativa locacional à região metropolitana.

No ano de 1997 o padrão espacial Alto-Alto (AA) é composto pelas seguintes microrregiões do interior paulista: Franco da Rocha, Campinas, Piracicaba, Limeira, Rio Claro. As regiões de Limeira, Piracicaba e Rio Claro são as que mais se destacam no padrão espacial AA, nos anos de 1998, 1999, 2000 e 2001. Outras microrregiões também aparecem como integrantes do padrão espacial AA em anos seguintes, como: Pirassununga (1998), Jaú, Ribeirão Preto e Araraquara.

Com relação ao padrão Alto-Baixo (AB) destacam-se Votuporanga e Franca, no qual estão presentes em quase todos os anos, exceto 2001. Votuporanga está assinalada como um *cluster* AB, pois apresenta uma elevada área de concentração de patentes per capita vizinha do cluster Baixo-Baixo (BB). Além da região citada, encontram-se as seguintes microrregiões de Birigui e Jales, no padrão espacial AB.

O padrão espacial Baixo-Alto (BA) é encontrado nas microrregiões: Bragança Paulista, Osasco, Sorocaba, Jaú, Araraquara, Pirassununga, Rio Claro (2002 e 2003). Ressalta-se que a microrregião de Jaú encontra-se nos dois tipos de padrões espaciais, AA (1999, 2002) e BA (1997, 1998, 2000, 2001).

Por último, o padrão Baixo-Baixo (BB) se encontra nas seguintes microrregiões: Bananal, Itapetininga, Capão Bonito, Itapeva, Jales, Araçatuba, Dracena, Auriflama, Andradina, Birigui, Franca, Piedade, Registro e Avaré. Verifica-se também que algumas microrregiões possuem uma oscilação de dois padrões espaciais AB ou BB, em diferentes anos.

A análise sobre o avanço da atividade inovativa que ocorre rumo às microrregiões do interior paulista é explicada por Diniz e Crocco (1996). Os autores destacam que o processo de desconcentração da área metropolitana de São Paulo ocorre devido à expansão de cidades de porte médio do interior paulista. A reestruturação das cidades de pequeno e médio porte está relacionada com as mudanças tecnológicas e organizacionais que ocorrem nessas regiões. Além do surgimento de novos setores industriais, o crescimento em cidades de porte médio, próximas às grandes capitais do Centro-Sul ou mesmo em áreas metropolitanas de menor dimensão dentro desta região viabiliza ainda mais a desconcentração das áreas industriais na capital.

Com isso, apesar do atraso relativo da indústria e tecnologia brasileiras, em relação à fronteira mundial, algumas experiências bem-sucedidas vinculadas a incubadoras, aos pólos e parques tecnológicos, estão localizadas em Campinas e São Carlos. Regiões que se destacaram nos mapas de *clusters* com o padrão espacial (AA), tendo uma alta concentração da atividade inovativa em quase todos os anos sob análise.

As duas regiões supracitadas possuem algumas características apontadas por Souza e Garcia (1999), como importantes para o sucesso de um parque tecnológico: a proximidade geográfica com universidades ou institutos de pesquisa; alto grau de transferência de tecnologia da universidade para o conjunto dos produtores; presença de produtores especializados atuando em setores de alta tecnologia e o surgimento de organismos voltados à prestação de serviços às empresas.

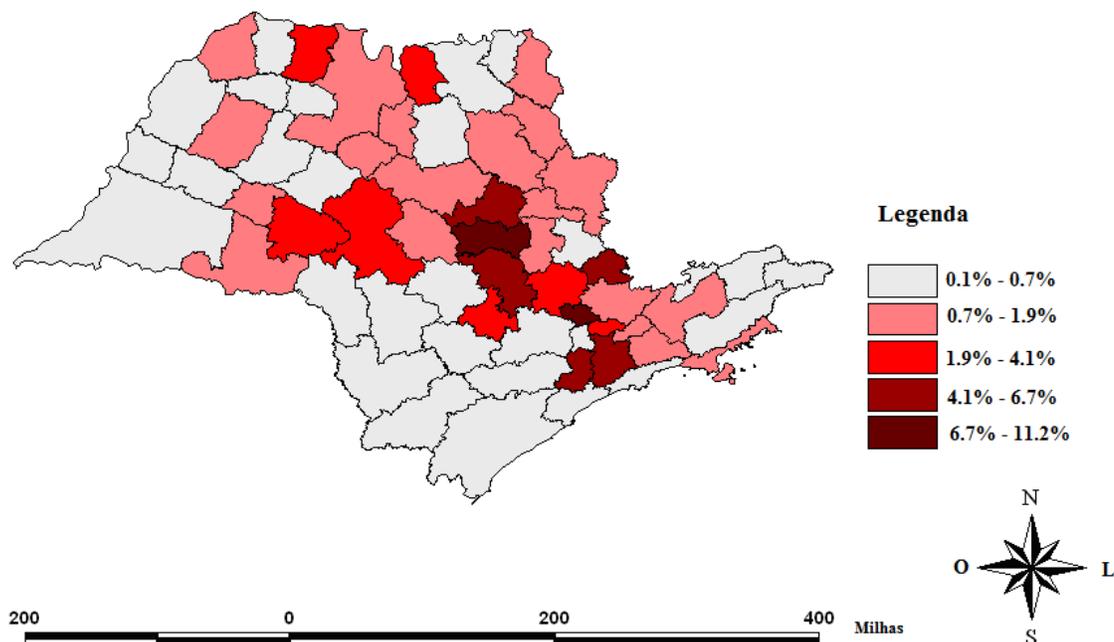
A microrregião de Campinas destaca-se pela especialização em setores de alta tecnologia e pela oferta de profissionais qualificados (SUZIGAN *et alii*, 2006). A localidade dispõe de duas grandes universidades, a Unicamp e a PUCCAMP. Diversos institutos de pesquisa também se localizam na região como: o IAC, o Instituto de Tecnologias de Alimentos (Ital), o CTI e o CPqD/Telebrás. Por conta disso, diversas empresas de alta tecnologia atuam principalmente nos ramos de informática, microeletrônica, telecomunicações, opto-eletrônica e química fina, fomentando a atividade inovativa na região.

Já a microrregião de São Carlos conta com a presença de empresas com base tecnológica e uma boa infra-estrutura de ciência e tecnologia, que abrange duas universidades públicas, a USP e a UFSCar, e dois centros de pesquisa da Embrapa. Além disso, na região encontra-se o Centro de Indústrias Nascentes de São Carlos (Cedin), órgão vinculado à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo. O centro é responsável pelo programa de incubadoras local, assumindo responsabilidade com boa parte dos custos das empresas incubadas (SOUZA e GARCIA, 1999).

Tanto a microrregião de Campinas quanto a de São Carlos apresentam inúmeras potencialidades, principalmente nos setores de alta tecnologia, que a partir da base de ciência e tecnologia, promovida nas instituições e centros de pesquisa, gera a atividade inovativa observada nos mapas de *clusters* ao longo dos anos.

Pelo mapa dos percentuais da média das patentes *per capita* (Figura 6) também é possível observar a concentração e o percentual das patentes de cada microrregião. Destacam-se as regiões de Rio Claro, São Carlos, Piracicaba, Amparo, São Paulo, Itapeverica da Serra, de acordo com os valores percentuais do intervalo considerado, entre 4.1% e 11.2%.

**Figura 6 - Mapa dos valores percentuais da média das patentes *per capita* no período 1997-2003**



Fonte: Elaboração própria com base no programa ArcView Gis 3.2

#### 4.3 – ANÁLISE DA AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL BIVARIADA

Pelo cálculo do  $I$  de Moran é possível verificar a existência de um padrão de associação espacial entre duas variáveis. O objetivo é desvendar se os valores de uma variável observada numa microrregião possuem alguma relação com os valores de uma outra variável observada em microrregiões vizinhas. As variáveis utilizadas serão as patentes *per capita* contra o índice de diversificação e o índice de especialização. Com isso, é possível responder se as microrregiões com alta (baixa) atividade inovativa apresentam vizinhos com (alto) baixo índice de especialização e/ ou índice de diversificação.

A análise das estatísticas  $I$  de Moran bivariada para todos os anos da pesquisa pode ser verificada nas Tabelas 7 e 8.

**Tabela 7 – Índice de Moran bivariado das patentes *per capita* versus o índice de diversificação**

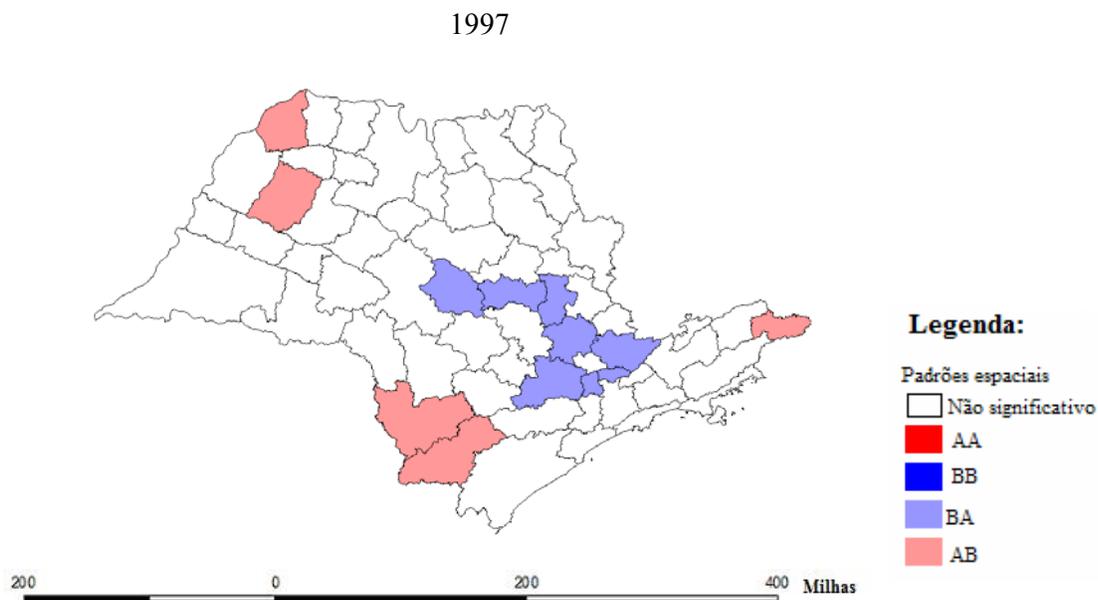
Anos	<i>I</i> de Moran	E(I)	Desvio Padrão	Prob.
1997	-0,2348	-0,0161	0,0591	0,0010
1998	-0,1994	-0,0161	0,0595	0,0010
1999	-0,1892	-0,0161	0,0584	0,0030
2000	-0,1873	-0,0161	0,0611	0,0030
2001	-0,1912	-0,0161	0,0573	0,0010
2002	-0,1061	-0,0161	0,0588	0,0800
2003	-0,1031	-0,0161	0,0584	0,0760

Fonte: Elaboração própria com base no programa GeoDa 0.9.5.

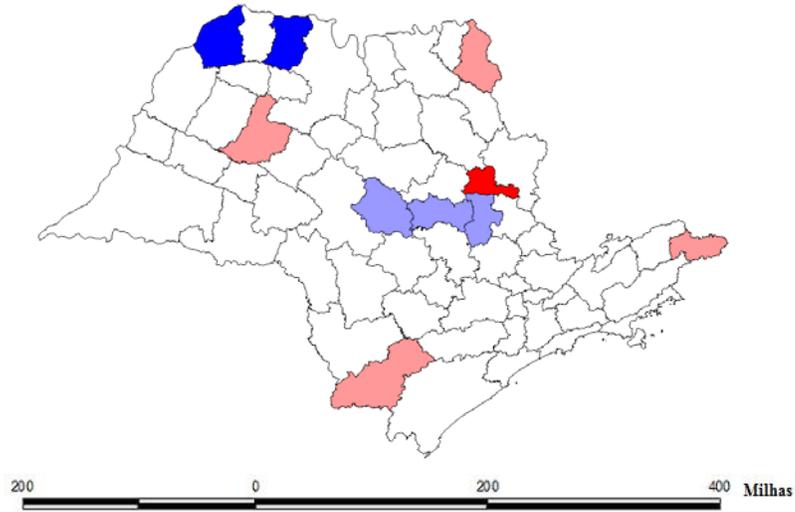
Obs: A matriz de peso espacial utilizada é do tipo *Queen*.

Os indicadores da Tabela 7 mostram uma associação negativa significativa para patentes *per capita* e índice de diversificação, com exceção dos anos de 2002 e 2003, o que significa padrões de associação espacial AB e/ou BA. Logo, microrregiões com alto índice de patenteamento *per capita* são vizinhas de outras que apresentam baixo valor para o índice de diversificação. É conveniente enfatizar que baixo valor para o índice de diversificação representa alto grau de diversificação industrial. Isso revela que a atividade tecnológica coexiste com diversidade industrial no território. Com base nesses resultados, construiu-se o mapa de *clusters* bivariado para os anos que apresentaram significância de 1%, conforme a Figura 7.

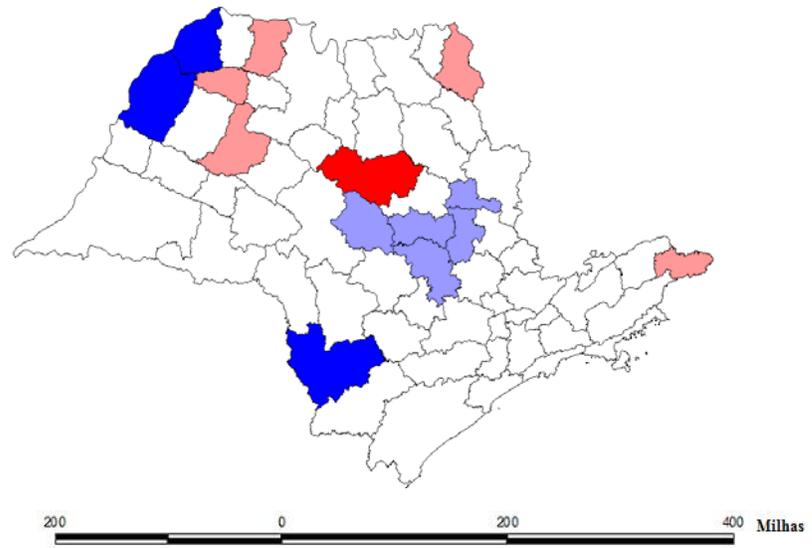
**Figura 7 – Mapas de clusters bivariados das patentes *per capita* versus o índice de diversificação**



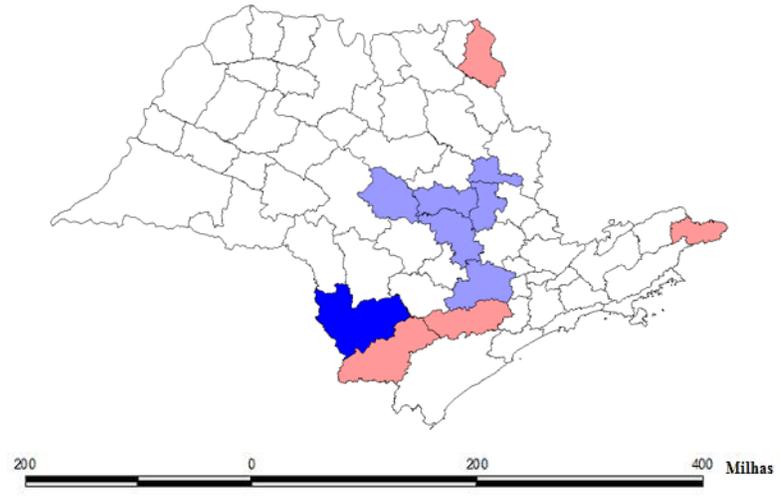
1998

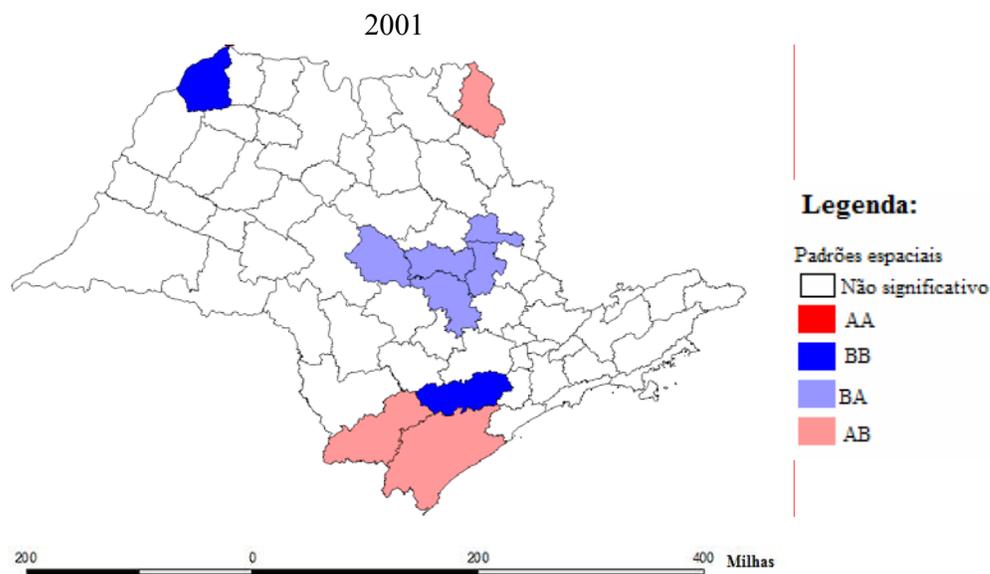


1999



2000





Fonte: Elaboração própria com base no programa GeoDa 0.9.5.

Os mapas confirmam a interpretação da Tabela 7 realizada acima, dizendo que há uma predominância quanto aos padrões de associação espacial AB e BA, isto quer dizer que, microrregiões com alta atividade inovativa estão circundadas por microrregiões com baixo índice de diversificação (AB), ao passo que microrregiões com baixa atividade inovativa são vizinhas de microrregiões com alto valor do índice (BA). Podem-se citar algumas microrregiões do padrão espacial AB, no período entre 1997-2001 como: Jales, Araçatuba, Itapeva, Capão Bonito e Bananal, Franca, Birigui, Votuporanga, Auriflama, Piedade e Registro. Já com relação ao padrão espacial BA, há as microrregiões de Osasco, Sorocaba, Franco da Rocha, Campinas, Limeira, Bragança Paulista, Jaú, Piracicaba e Pirassununga.

A estatística *I* de Moran bivariada das patentes *per capita* contra o índice de especialização, conforme a Tabela 8, indicou que não há nenhuma autocorrelação espacial nos anos sob análise, com nível de significância a 10%. *A priori*, não há associação espacial entre patenteamento *per capita* de uma microrregião e grau de especialização industrial da sua vizinhança.

A seguir, serão investigadas as microrregiões nos quais exercem grande influência ou alavancagem sobre as medidas de autocorrelação espacial.

**Tabela 8 – Índice de Moran bivariado das patentes *per capita* versus o índice de especialização**

Anos	<i>I</i> de Moran	E(I)	Desvio Padrão	Prob.
1997	-0,0018	-0,0161	0,0557	0,9990
1998	0,0210	-0,0161	0,0531	0,8040
1999	0,0456	-0,0161	0,0560	0,4940
2000	0,0423	-0,0161	0,0540	0,4950
2001	0,0814	-0,0161	0,0562	0,2000
2002	0,0374	-0,0161	0,0555	0,5780
2003	0,1022	-0,0161	0,0587	0,1190

Fonte: Elaboração própria com base no programa GeoDa 0.9.5.

Obs: A matriz de peso espacial utilizada é do tipo *Queen*.

#### 4.4 - DETECÇÃO DE *OUTLIERS* E PONTOS DE ALAVANCAGEM

Como explicitado anteriormente na seção 3.1.5, os *outliers* podem ser definidos como sendo microrregiões que fogem muito do restante das outras observações, não seguindo o mesmo processo de dependência espacial que a maioria dos dados segue. Uma boa ferramenta de visualização é o *box map*, que realiza o mapeamento dos valores dos quartis registrados nas respectivas microrregiões. Normalmente associado a cores, o *box map* assinala os *outliers* globais superiores e inferiores, que são identificados através do *box plot*, facilitando a observação e análise exploratória espacial.

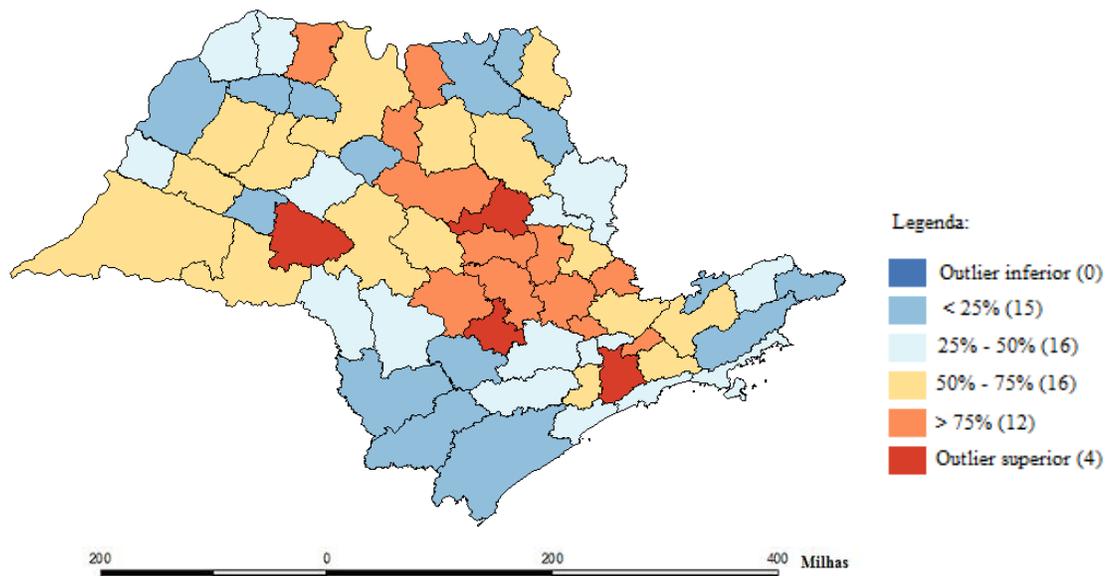
Para ser considerado um *outlier* global superior, a microrregião precisa ficar acima da fronteira superior do intervalo interquartílico do *box plot* por um montante que é, no mínimo, 1,5 vezes o valor do intervalo interquartílico (ALMEIDA, 2007). No presente trabalho, será utilizado o critério de 1,5 vezes o valor do intervalo interquartílico.

Na Figura 8, observa-se em destaque os valores extremos (superior e inferior) sugerindo um agrupamento espacial, de acordo com as cores da legenda.

Os valores entre parênteses na legenda do *Box Map* revelam a quantidade de microrregiões que pertencem àquele intervalo. Pode-se observar que não há nenhum *outlier* inferior em destaque no mapa, ao contrário, há a indicação de quatro *outliers* superiores, que são as microrregiões: São Paulo, Marília, São Carlos e Tatuí.

O intervalo no qual representa valores superiores a 75% das patentes *per capita*, estão as microrregiões: Votuporanga, Catanduva, Barretos, Botucatu, Araraquara, Rio Claro, Limeira, Piracicaba. Campinas, Amparo, Guarulhos, Jundiaí.

**Figura 8- Box Map da média das patentes *per capita* no período 1997-2003**

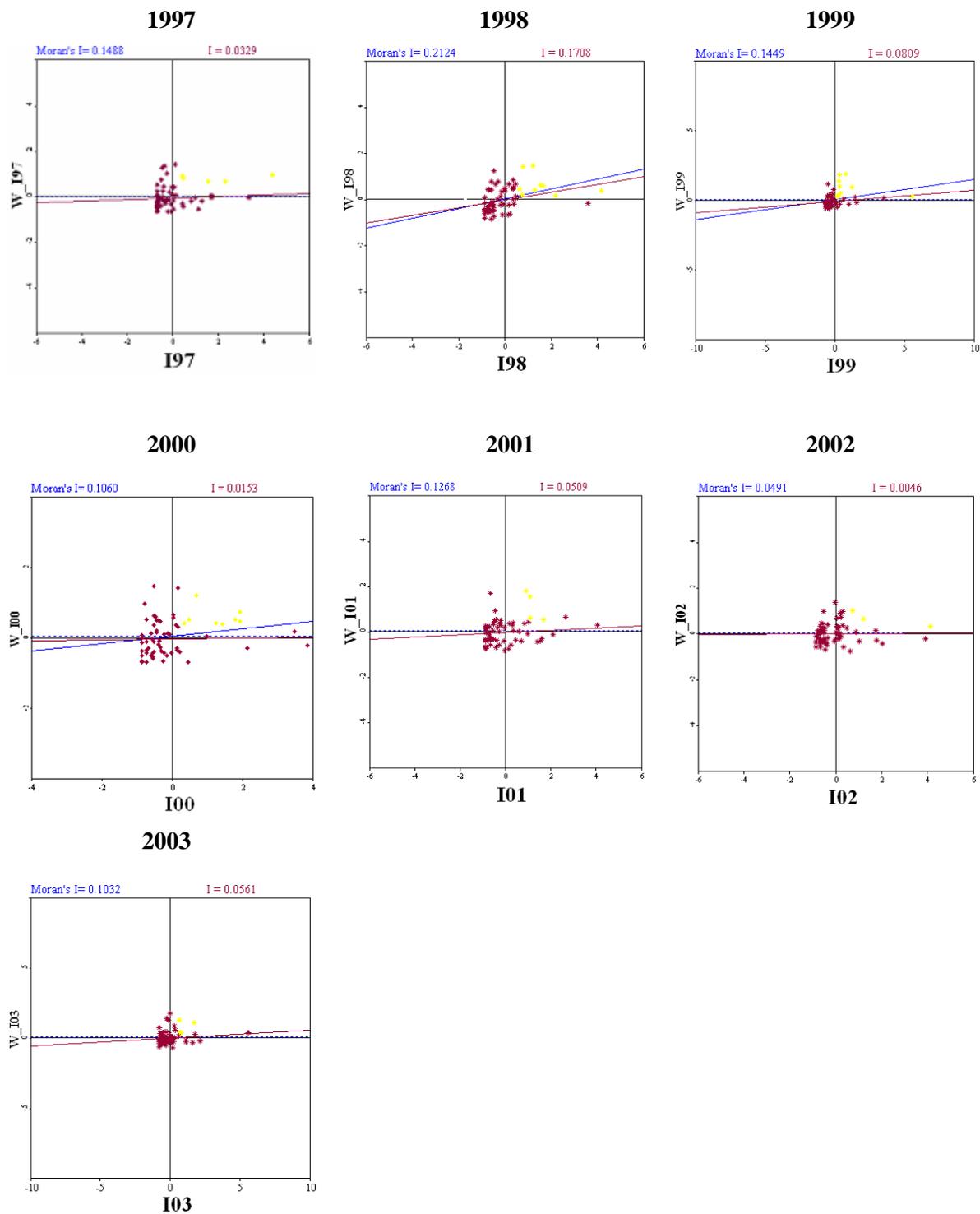


Fonte: Elaboração própria com base no programa GeoDa 0.9.5

Pelo diagrama de dispersão de Moran, pode-se também identificar os *outliers* e pontos de alavancagem espaciais. Na Figura 9, apresentam-se os diagramas de dispersão de todos os anos sob análise, o que permite verificar a oscilação do valor do *I* de Moran após a exclusão dos pontos de alavancagem. Vale ressaltar que, os pontos que estiverem a mais de dois desvios padrões do centro nos quadrantes superior esquerdo (AB) e/ou inferior direito (BA) são considerados *outliers* espaciais. Caso isso ocorra no quadrante superior direito (AA) e no inferior esquerdo (BB), temos pontos de alavancagem.

Pelos resultados do *I* de Moran com a exclusão dos pontos de alavancagem percebe-se uma considerável diminuição em seu valor, praticamente em todos os anos. A queda mais acentuada ocorreu no ano de 1997, quando o valor do *I* de Moran originalmente é igual a 0,1488 e torna-se 0,0329 depois da exclusão dos pontos de alavancagem. Fica claro, no entanto, que os pontos de alavancagem, representados pelas microrregiões de São Carlos, Rio Claro, Piracicaba, Campinas e Franco da Rocha são muito influentes e fazem com que a autocorrelação espacial aumente.

**Figura 9- Diagramas de dispersão de Moran para as patentes *per capita* com exclusão dos pontos de alavancagem no período 1997-2003**



Fonte: Elaboração própria com base no programa GeoDa 0.9.5.

## **5 ESTIMAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS DOS MODELOS DE DADOS EM PAINEL**

### **5.1 ESTIMAÇÃO DOS MODELOS**

A partir da forma funcional (equação 21.a), realizaram-se os demais processos de estimação. Antes das estimações considerando a dependência espacial foi estimado o modelo sem nenhum tipo de efeito (fixo ou aleatório). O objetivo nesse caso é avaliar a significância das variáveis e os testes de especificação, servindo como base para comparação com o modelo de efeitos fixos.

Na Tabela 9, encontram-se os resultados das estimações do modelo de dados agrupados estimados por MQO e do modelo de efeitos fixos sem a consideração dos efeitos espaciais estimados por Mínimos Quadrados Variáveis *Dummies* (LSDV).

**Tabela 9 – Resultados dos modelos estimados por MQO e do modelo de efeitos fixos estimados por LSDV**

Variáveis	Modelo (MQO)	Modelo (LSDV)
Constante	-2,31E-05* (-1,1689)	-0,0001*** (-2,8363)
I <sub>t-1</sub>	6,89E-07*** (18,3463)	2,70E-07*** (6,0593)
PD <sub>t-1</sub>	0,001218* (1,8795)	-7,76E-05* (-0,0403)
S <sub>t</sub>	6,62E-05* (1,6255)	0,0003*** (3,3057)
D <sub>t</sub>	-2,43E-05*** (-2,0773)	-2,60E-05* (-1,2029)
E <sub>t</sub>	0,000784*** (3,8115)	0,0019*** (0,0003)
R <sup>2</sup>	0,5813	0,7323
AIC	-17,1094	-17,2755
Teste Jarque Bera	5248,02***	4501,617***
Teste Hausman	-	202,79***

Fonte: Elaboração própria com base no programa E-Views 6.0.

Variável dependente: I<sub>t</sub>.

\*\*\*Estatisticamente significativo ao nível de 5%.

\* Não significativo.

Observação: A estatística t se encontra entre parêntesis.

Na seqüência, verifica-se que no modelo (MQO) as variáveis de inovação defasada temporalmente e de escolaridade são positivas e altamente significativas, além de todas as variáveis inseridas no modelo obterem coeficientes com sinais esperados. Ao contrário das demais variáveis, o índice de especialização e a capacidade de P&D defasada temporalmente não foram significativos. O poder explicativo do modelo (R<sup>2</sup>) é de 58% e a hipótese de não normalidade dos resíduos é confirmada pelo teste Jarque Bera.

Na ausência de efeitos não observados, a estimação do modelo pelo método MQO empilhado é adequada. Por outro lado, na presença de heterogeneidade não-observada, a aplicação deste método não é o mais indicado, uma vez que produz estimativas enviesadas e grave erro de especificação, conforme os problemas expostos no item 3.2. Alguns efeitos não observados podem ser destacados, como a influência de políticas regionais que incentivem determinadas atividades econômicas, em detrimento de outras.

Os efeitos não observados podem ser modelados por meio dos efeitos fixos ou efeitos aleatórios. O teste de Hausman<sup>13</sup>, no qual se rejeitou a hipótese nula de que os efeitos aleatórios são consistentes, indicou que a melhor escolha é a modelagem por efeitos fixos.

Os resultados do modelo (LSDV), revelam que os sinais das variáveis estão de acordo com o esperado, exceto a variável  $PD_{t-1}$  que, além de apresentar sinal negativo, não obteve significância estatística. Do mesmo modo, a variável  $D_t$  obteve o sinal esperado, porém, não foi significativa. Este modelo não leva em conta os efeitos espaciais, sendo caracterizado como o modelo (1) na equação (22).

O poder de explicação da regressão é alto (0,73), conforme medido pelo valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). O teste Jarque Bera, no qual a hipótese nula é de que os resíduos são normalmente distribuídos, rejeitou a hipótese de normalidade. O teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) apontou a presença de heterocedasticidade no modelo<sup>14</sup>. Cabe destacar que, na presença de uma distribuição não normal dos resíduos e de heterocedasticidade, as estimações por MQO se tornam ineficientes.

É oportuno comparar os resultados obtidos pelas estimações sem a consideração dos efeitos não-observados e pela estimação do modelo com efeitos fixos (Tabela 9). Observa-se que tanto a significância das variáveis quanto o poder de explicação do modelo variaram, no qual o valor mais alto da qualidade de ajustamento foi obtido na segunda estimação. O critério de informação de Akaike (AIC) e o Schwarz (CIS) também fornecem informações que ajudam a determinar a especificação do melhor modelo, corroborando o uso do modelo de efeitos fixos<sup>15</sup> e a hipótese de que o fenômeno em estudo é influenciado por efeitos específicos não observados.

Após a etapa de estimação por LSDV, vale ressaltar que no caso da não-normalidade dos resíduos e de heterocedasticidade, conforme disposto no item 3.2.3, Anselin (1988) aponta como solução o método dos Mínimos Quadrados Generalizados Exequíveis (MQGE)<sup>16</sup>. Logo, detectados os problemas citados acima, será usado, então, o método MQGE para a estimativa dos coeficientes.

---

<sup>13</sup> Para maiores detalhes sobre o teste de Hausman, vide página 62.

<sup>14</sup> O teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) foi efetuado com base em Greene (2000) e realizado no programa SAS 9.1.3.

<sup>15</sup> Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007) e Iara e Traistaru (2004) alertam para a presença de uma variável endógena como regressor de defasagem temporal. A inclusão dessa variável pode acarretar no problema de endogeneidade e estimações inconsistentes, caso exista autocorrelação temporal em  $\varepsilon_t$ . Iara e Traistaru (2004) utilizam o método das variáveis espacialmente filtradas proposto por Arellano e Bond (1991) para estimar o modelo de dados em painel com efeitos fixos.

<sup>16</sup> Os procedimentos para o cálculo dos modelos por MQGE são descritos na página 66.

No entanto, antes das estimações dos modelos por MQGE, é preciso verificar a dependência espacial dos resíduos. Com base no programa SpaceStat 1.91, pode-se constatar a existência de dependência espacial nos anos de 1998 e 2002, no nível de 5% e 10% de significância, respectivamente (Tabela 10).

**Tabela 10 – Teste de dependência espacial para os resíduos dos modelos *cross-section* estimados por MQO**

Anos	<i>I</i> de Moran	Média	Desvio padrão	Z-valor	Prob.
1997	-0,0015	-0,016	0,0789	0,1854	0,8529
1998	0,1511	-0,016	0,0789	2,1202	0,0340
1999	0,0104	-0,016	0,0789	0,3362	0,7367
2000	0,0771	-0,016	0,0789	1,1817	0,2373
2001	-0,0380	-0,016	0,0789	-0,2777	0,7812
2002	-0,1588	-0,016	0,0789	-1,8090	0,0705
2003	0,0549	-0,016	0,0789	0,9005	0,3681

Fonte: Elaboração própria com base no programa SpaceStat 1.91.

A Tabela 10 mostra os resultados do teste de *I* de Moran para a investigação de dependência espacial dos resíduos, em todos os anos sob análise. A partir desses resultados, torna-se necessária a estimação por MQGE, para levar em consideração não somente os coeficientes que dependem da matriz de peso espacial, mas também aumentar a eficiência de estimação (ANSELIN, 1988). A seguir, na Tabela 11 os resultados dos modelos estimados pelo método MQGE.

Tabela 11 - Resultados das estimações por Mínimos Quadrados Generalizados Exequíveis (MQGE)

<i>Variáveis</i>	<i>Modelo (2)</i>	<i>Modelo (3)</i>	<i>Modelo (4)</i>	<i>Modelo (5)</i>	<i>Modelo (6)</i>	<i>Modelo (7)</i>
Constante	-0,0000832*** (-5,079811)	-0,000075*** (-4,851855)	-0,0000674*** (-3,689494)	-0,0000705*** (-4,221612)	-0,0000754*** (-4,733246)	-0,0000696*** (-4,023318)
$I_{t-1}$	0,160559* (1,788247)	0,218034* (1,862734)	0,185607 (1,635874)	0,174217 (1,558758)	0,175767** (2,020753)	0,189965* (1,750139)
$PD_{t-1}$	-0,000227 (-1,046040)	-6,66E-05 (-0,212597)	-0,000453 (-1,019173)	-0,000392 (0,967151)	-0,000325 (-1,428130)	-0,000376 (-0,785243)
$S_t$	0,000226*** (5,837284)	0,000212*** (6,554165)	0,00017*** (4,124782)	0,000175*** (4,470907)	0,000207*** (5,527114)	0,000173*** (4,794491)
$D_t$	-0,0000128* (-1,835778)	-0,0000124** (-2,178528)	-0,00000988 (-1,231742)	-0,00000913 (-1,174498)	-0,0000108* (-1,960794)	-0,000011* (-1,682092)
$E_t$	0,001016*** (5,816392)	0,001358*** (5,743708)	0,001287*** (7,049383)	0,001133*** (6,639776)	0,00069*** (5,631452)	0,001241*** (10,05622)
$W_{I_t}$	0,192526*** (7,162882)			0,157897*** (2,955707)	0,300412*** (12,44443)	
$W_{I_{t-1}}$			0,076378* (1,758767)	0,004792 (0,073586)		0,117465*** (2,871687)
$W_{PD_{t-1}}$			0,001506 (1,488333)	0,001561 (1,516677)		0,001301 (1,304981)
$W_{S_t}$			0,00000716 (0,736480)	0,00000562 (0,578547)		0,0000103* (1,785777)
$W_{D_t}$			-0,0000207* (-1,696504)	-0,000000207* (-1,77193)		-0,0000259*** (-2,014181)
$W_{E_t}$			0,000473*** (5,55209)	0,000365*** (3,737261)		0,000544*** (6,457415)
$\lambda$		-0,092955* (-1,86435)			-0,177038*** (-3,346527)	-0,132346*** (-2,725443)
<i>Akaike</i>	-8,864505	-8,867618	-8,869457	-8,869031	-8,896350	-8,874013
<i>Schwarz</i>	-8,854275	-8,857389	-8,853383	-8,851495	-8,884660	-8,856478

Fonte: Elaboração própria com base nos programas: Eviews 6.0, GeoDa e SpaceStat

Obs: 1) Variável dependente:  $I_t$ ;

2) Entre parênteses encontram-se as estatísticas  $t$ ;

3) A constante representa o vetor de efeitos fixos ( $\alpha$ ) específicos para cada microrregião;

4) Níveis de significância: \*\*\*: Significativo a 1%; \*\*: Significativo a 5%; \* Significativo a 10%; os demais não foram significativos.

Vale ressaltar que foram computadas as defasagens espaciais utilizando-se a matriz de peso espacial *W* critério *Queen* da variável dependente ( $I_t$ ) e das variáveis explicativas ( $I_{t-1}$ ,  $PD_{t-1}$ ,  $S_t$ ,  $D_t$  e  $E_t$ ). Além disso, a defasagem espacial dos resíduos do modelo de efeitos fixos foi realizada utilizando, no entanto, uma matriz de ponderação espacial diferente ( $k=1$  vizinho), evitando assim, problemas de identificação quanto à especificação do modelo (ANSELIN e BERA, 1998). Tal escolha baseou-se na seleção da matriz em que gerasse o segundo mais alto valor do teste do *I* de Moran.

A Tabela 11 contém os seguintes modelos: com correção de defasagem espacial (modelo 2); com correção espacial no termo de erro (modelo 3); regressivo cruzado espacial (modelo 4); de Durbin espacial (modelo 5); de defasagem com erro espacial (modelo 6) e, de transbordamentos com erro espacial (modelo 7). O melhor modelo a ser adotado deverá atender a dois critérios. O primeiro e mais importante critério é que os resíduos do modelo não apresentem autocorrelação espacial. O segundo critério refere-se ao modelo que apresentar o menor valor do critério de informação Akaike (AIC).

Pelo teste dos resíduos pode-se constatar que, a 5% de significância, o índice de Moran apontou dependência espacial nos anos de 1998 e 2002, no modelo 4. A seguir a Tabela 12 apresenta todos os resultados em todos os anos quanto ao índice de Moran dos resíduos.

**Tabela 12 - Índice de Moran dos resíduos de todos os modelos em todos os anos**

	<i>I de Moran</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Z- Valor</i>	<i>Prob.</i>
<u>1997</u>					
<i>Modelo 2</i>	-0,07068	-0,016	0,07889	-0,69145	0,48928
<i>Modelo 3</i>	0,04989	-0,016	0,07889	0,83684	0,40268
<i>Modelo 4</i>	-0,02075	-0,016	0,07889	-0,05852	0,95334
<i>Modelo 5</i>	-0,05766	-0,016	0,07889	-0,52641	0,59861
<i>Modelo 6</i>	-0,05351	-0,016	0,07889	-0,47379	0,63565
<i>Modelo 7</i>	0,02037	-0,016	0,07889	0,46268	0,64359
<u>1998</u>					
<i>Modelo 2</i>	0,05989	-0,016	0,07889	0,96361	0,33524
<i>Modelo 3</i>	0,20124	-0,016	0,07889	2,75532	0,00586
<i>Modelo 4</i>	0,11915	-0,016	0,07889	1,71474	0,08639
<i>Modelo 5</i>	0,06525	-0,016	0,07889	1,03156	0,30228
<i>Modelo 6</i>	0,09211	-0,016	0,07889	1,37198	0,17007
<i>Modelo 7</i>	0,16731	-0,016	0,07889	2,32530	0,02006

(continuação)

	<i>I de Moran</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Z- Valor</i>	<i>Prob.</i>
<u>1999</u>					
<i>Modelo 2</i>	-0,06870	-0,016	0,07889	-0,66643	0,50514
<i>Modelo 3</i>	0,01826	-0,016	0,07889	0,43596	0,66287
<i>Modelo 4</i>	0,01161	-0,016	0,07889	0,35158	0,72516
<i>Modelo 5</i>	-0,05279	-0,016	0,07889	-0,46470	0,64215
<i>Modelo 6</i>	-0,08312	-0,016	0,07889	-0,84922	0,39576
<i>Modelo 7</i>	0,03613	-0,016	0,07889	0,66246	0,50768
<u>2000</u>					
<i>Modelo 2</i>	0,02050	-0,016	0,07889	0,464312	0,642424
<i>Modelo 3</i>	0,08871	-0,016	0,07889	1,328913	0,183877
<i>Modelo 4</i>	0,10851	-0,016	0,07889	1,579912	0,114127
<i>Modelo 5</i>	0,04349	-0,016	0,07889	0,755684	0,449839
<i>Modelo 6</i>	0,01931	-0,016	0,07889	0,449265	0,653241
<i>Modelo 7</i>	0,13965	-0,016	0,07889	1,974678	0,048305
<u>2001</u>					
<i>Modelo 2</i>	-0,11153	-0,016	0,07889	-1,20929	0,22655
<i>Modelo 3</i>	0,00988	-0,016	0,07889	0,32968	0,74164
<i>Modelo 4</i>	-0,04719	-0,016	0,07889	-0,39372	0,69379
<i>Modelo 5</i>	-0,11021	-0,016	0,07889	-1,19251	0,23306
<i>Modelo 6</i>	-0,07797	-0,016	0,07889	-0,78388	0,43311
<i>Modelo 7</i>	0,00942	-0,016	0,07889	0,32392	0,74600
<u>2002</u>					
<i>Modelo 2</i>	-0,19133	-0,016	0,07889	-2,220762	0,02637
<i>Modelo 3</i>	-0,11394	-0,016	0,07889	-1,239784	0,21506
<i>Modelo 4</i>	-0,15895	-0,016	0,07889	-1,810407	0,07023
<i>Modelo 5</i>	-0,18911	-0,016	0,07889	-2,192681	0,02833
<i>Modelo 6</i>	-0,11587	-0,016	0,07889	-1,264246	0,20614
<i>Modelo 7</i>	0,07788	-0,016	0,07889	-0,782718	0,43379
<u>2003</u>					
<i>Modelo 2</i>	-0,01682	-0,016	0,07889	-0,00881	0,99297
<i>Modelo 3</i>	0,09964	-0,016	0,07889	1,46748	0,14225
<i>Modelo 4</i>	0,06273	-0,016	0,07889	0,99954	0,31753
<i>Modelo 5</i>	0,00446	-0,016	0,07889	0,26103	0,79406
<i>Modelo 6</i>	0,01461	-0,016	0,07889	0,38963	0,69681
<i>Modelo 7</i>	0,11175	-0,016	0,07889	1,62095	0,10503

Fonte: Elaboração própria com base no programa SpaceStat 1.91.

A partir dos resultados das Tabelas 11 e 12, pode-se afirmar que o modelo de efeitos fixos com defasagem e erro espaciais, modelo (6), estimado por MQGE, é o melhor modelo a ser selecionado. Seus resíduos não apresentaram dependência espacial, conforme indicado pela estatística *I* de Moran (Tabela 12) e seu critério de informação de Akaike (AIC) foi o que proporcionou mais qualidade de ajuste, no caso, o modelo de menor valor do critério AIC.

Assim como o critério de AIC, o critério de Schwarz também apresentou o menor valor entre todos os modelos estimados.

Com base nos modelos expostos na Tabela 11, serão avaliados os determinantes da atividade inovadora das microrregiões paulistas, a saber, as influências das externalidades de diversificação e especialização, a capacidade de realizar P&D, a escolaridade da população nas localidades e as influências dos transbordamentos espaciais que ocorrem entre as regiões.

## 5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A seguir, serão feitas as análises das variáveis explicativas consideradas na modelagem econométrica de efeitos fixos com defasagem e erro espaciais.

A variável que representa a *inércia* temporal da inovação nas microrregiões de São Paulo ( $I_{t-1}$ ) obteve sinal positivo e foi significativa no nível de 5% de significância. Tal resultado pode ser justificado por Arthur (1989) como um processo de mudança tecnológica, denominado de trajetória preestabelecida (*path-dependence*). Isso significa dizer que eventos históricos passados exercem uma grande influência sobre inovações atuais, aprendizado e progresso tecnológico futuro.

Simmie (2001) afirma que a inovação possui uma tendência a ser *path-dependent* e que as trajetórias tecnológicas são dependentes da trajetória preestabelecida, o que significa dizer que a hegemonia regional em termos de atividade inovativa, uma vez surgida, é difícil de ser alterada. Uma vez estabelecido o padrão de especialização, o surgimento de novas idéias torna-se bloqueado, em consequência do paradigma já instituído naquela região.

Logo, pode-se presumir que a inércia temporal da atividade inovativa em São Paulo é importante para o processo inovador atual. A inovação tecnológica gerada no período anterior influencia a inovação tecnológica no período corrente, o que pode ser auxiliado por fatores como: as patentes, os direitos autorais e/ou marcas registradas. As patentes, os direitos autorais e/ou marcas registradas são alguns dos fatores que provocam um bloqueio (*lock-in*) à continuidade no processo inovativo. Contudo, ao mesmo tempo, incentivam ainda mais as pesquisas para as futuras inovações.

No que tange à variável que representa os esforços de pesquisa e desenvolvimento defasados temporalmente ( $PD_{t-1}$ ) o sinal de seu coeficiente, ao contrário dos demais, foi negativo e não significativo. Esse resultado deve estar vinculado ao fato de ter sido usado, como *proxy* para o P&D, o pessoal ligado a áreas de formação tecnológica, ao invés dos

gastos efetivos em P&D, que não são disponíveis por unidades locais de produção de cada município de São Paulo.

Entretanto, é conveniente apontar que, mesmo contando com gastos efetivamente realizados e/ou estimados de P&D, a variável que media a intensidade regional de P&D em Gonçalves (2007b) não foi estatisticamente significativa na regressão que a relacionava à ocorrência de inovações de produto em empresas exportadoras com preço prêmio, no ano 2000. Nesse trabalho, o autor mencionou que tal resultado poderia ter refletido as características do sistema de inovação brasileiro, centrado em segmentos tecnológicos de média e baixa sofisticação e pouco baseado em gastos de P&D internos à firma. Logo, a mesma explicação pode ser útil no caso dessa dissertação.

Ao se considerar o coeficiente da variável que representa o índice de especialização ( $S_t$ ) tem-se que o mesmo é altamente positivo e significativo. Esse resultado mostra que as especializações produtivas fomentam a inovação no sistema inovativo paulista. A visão MAR afirma que a especialização tecnológica das firmas em determinados setores propicia a inovação na região, ao lado de outras evidências empíricas, revisadas anteriormente, como Ejerme (2004), Greunz (2004) Paci e Usai (2000) e Panne (2004).

No caso do sistema de inovação paulista, a especialização a três dígitos na indústria parece ser mais importante para explicar a inovação do que o grau de diversificação. Quando se considera o Brasil, o grau de diversificação industrial, medido pela CNAE a 2 dígitos é relevante para a atividade inovadora brasileira, de acordo com outros trabalhos.

O grau de especialização apontado como sendo mais importante para a inovação *vis-à-vis* o grau de diversificação, contrasta com o resultado de Gonçalves e Almeida (2008). Nesse, o grau de diversificação, representado pelo coeficiente de Herfindhal, mostrou-se mais importante para explicar as inovações das microrregiões brasileiras. Mesmo assim, a significância estatística somente ocorreu ao nível de 10%. Além disso, nota-se que os autores usaram apenas uma medida que podia, dependendo do sinal do coeficiente, apontar a relevância do grau de diversificação, caso o sinal do indicador fosse negativo, ou a relevância do grau de especialização, caso o sinal do indicador fosse positivo.

Nessa dissertação, usaram-se dois indicadores distintos no sentido de atender algumas críticas da literatura empírica que afirmavam não serem mutuamente excludentes a ocorrência de indústrias especializadas e que também apresentassem algum grau de diversificação (PACI e USAI, 2000; KOO, 2007). Logo, as diferenças metodológicas, de abrangência geográfica e de nível de agregação setorial das duas abordagens explicam a discrepância de resultados.

Em São Paulo pode-se considerar que os *clusters* tecnológicos, verificados na AEDE, podem contribuir para que esse resultado seja robusto<sup>17</sup>. As áreas nas quais firmas compartilham a mesma atividade setorial e localizam-se próximas promovem não só a inovação nas microrregiões, como também criam redes de inovação locais por onde as informações sobre as novas tecnologias se difundem (QUADROS *et alii*, 2001; SOUZA e GARCIA, 1999). Esse processo acelera o progresso tecnológico e, conseqüentemente, atrai mais firmas que visam atualizar seus conhecimentos e aumentar a produtividade sobre novas tecnologias (KOO, 2005).

O resultado referente ao coeficiente do índice de diversificação ( $D_i$ ) possui o sinal teórico esperado, a saber, quanto menor seu valor mais diversificada é a estrutura industrial e, portanto, teoricamente ( externalidades do tipo Jacobs) espera-se que haja mais inovações. Entretanto, seu coeficiente foi significativo apenas ao nível de 10% de significância. Comparando-se o resultado do índice de diversificação dos demais modelos, pode-se observar a sua fraca significância, não sendo significativo a 1% em nenhum dos demais modelos estimados.

Conclui-se que, para o sistema de inovação paulista, a presença de *clusters* industriais especializados passa a ser um fator determinante muito mais relevante para a inovação do que a diversificação produtiva. Entretanto, os resultados também são coerentes com a idéia de que é necessária a presença de uma estrutura industrial minimamente diversificada, pois muitos fluxos interindustriais de conhecimento para inovar ocorrem na vizinhança tecnológica dos setores industriais (Pavitt, 1984). Logo, uma região que abriga uma estrutura industrial especializada e, ao mesmo tempo, diversificada possuiria, em tese, maiores chances de inovar.

Quanto à variável de escolaridade ( $E_i$ ), o seu coeficiente apresentou sinal positivo e foi altamente significativo. Carlino *et alii* (2001) reconhecem que quanto maior for o nível educacional da população da região, maior será disposição para gerar e aplicar novos conhecimentos para fins econômicos. Bilbao-Osorio e Rodríguez-Pose (2004) também concordam que quanto maior o nível de escolaridade, maior a qualificação dos trabalhadores na sociedade e, portanto, maior a sua capacidade de transformar o P&D em inovação.

No estudo feito por Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007) a escolaridade é um fator determinante para a inovação na Espanha. Os resultados mostraram que a inovação

---

<sup>17</sup> É conveniente ressaltar que os resultados de significância estatística da variável  $D_i$  não são incompatíveis com o resultado da AEDE da Tabela 8. Nessa, a intenção era verificar se o patenteamento de uma microrregião tinha relação estatística significativa com o grau de especialização dos seus vizinhos, o que não pôde ser confirmado. Nas regressões da Tabela 11, mostra-se que o grau de especialização de uma microrregião, na média, é muito importante para explicar a variabilidade da variável patente *per capita*.

regional não depende somente da composição econômica do país, mas também dos esforços em P&D e, principalmente, da qualificação da mão-de-obra, representada pela escolaridade.

No caso brasileiro, Gonçalves e Almeida (2008), também encontraram relação positiva entre inovação e escolaridade. O resultado comprova que as inovações requerem uma força de trabalho instruída, onde a presença da população qualificada é considerada um mecanismo facilitador dos transbordamentos de conhecimento.

O fator escolaridade em São Paulo tem como apoio a grande representatividade das universidades públicas e privadas, sendo essa base institucional de pesquisa uma condição importante para a inovação. Quadros *et alii* (2001) ratificam essa questão afirmando que a produção acadêmica e a concentração de pesquisadores de diferentes áreas justificam a grande representatividade das universidades e o respeitável papel desempenhado pelos docentes no sistema de educação superior em São Paulo, com reconhecido destaque nacional e internacional.

O coeficiente da variável que retrata os transbordamentos espaciais das atividades tecnológicas que ocorrem nas microrregiões ( $W_{I_t}$ ) apresentou sinal positivo e foi significativo. A questão dos transbordamentos espaciais vem ganhando um destaque muito grande nas pesquisas desenvolvidas por uma ampla literatura da área<sup>18</sup>. Essa variável permite identificar os efeitos da atividade tecnológica dos vizinhos sobre a atividade tecnológica das microrregiões.

Koo (2007) investiga os atributos regionais que influenciam na localização dos transbordamentos tecnológicos nas áreas metropolitanas dos EUA. O resultado apontou que a aglomeração das firmas que possuem atividades industriais similares é uma condição necessária para os transbordamentos tecnológicos localizados. As firmas podem estar localizadas próximas por outras razões como o fácil acesso a grandes mercados ou uma rede de transportes bem desenvolvida. Neste caso a aglomeração das firmas é a mais importante fonte de transbordamento tecnológico localizado.

Além disso, Koo (2007) e Cabrer-Borras e Serrano-Domingo (2007) concordam que a concentração geográfica das firmas se torna mais importante para a localização dos transbordamentos tecnológicos à medida que a intensidade de conhecimento das indústrias aumenta. Para grande parte das indústrias intensivas em alta tecnologia localizadas na mesma

---

<sup>18</sup> Dentre os principais autores podemos citar: Audretsch e Feldman (1996); Jaffe (1989); Anselin *et alii* (1997); Gonçalves e Almeida (2008); Anselin *et alii* (2001); Cabrer-Borras e Serrano-Domingo (2007); Koo (2005); Koo (2007).

região, cujos setores são interrelacionados e que compartilham a mesma base de conhecimento, a localização dos transbordamentos tecnológicos é um fator crucial.

Em São Paulo, o transbordamento espacial da atividade tecnológica é determinante para a atividade inovativa nas microrregiões. Pela AEDE realizada na seção anterior, observamos a extensão territorial dos *clusters* tecnológicos cujo padrão espacial associado é Alto-Alto (AA). Esse resultado também explica a grande ocorrência de transbordamentos de conhecimentos tecnológicos, oriundos de empresas inovadoras ou de instituições públicas e privadas de pesquisa. Além disso, a presença de uma rede de cidades de médio porte, com boa infra-estrutura, é capaz de absorver os transbordamentos da atividade tecnológica.

Tal resultado é confirmado por Gonçalves e Almeida (2008), que reconhecem os efeitos dos transbordamentos de conhecimento sobre a atividade tecnológica das microrregiões vizinhas, os quais são decisivos para a atividade tecnológica regional.

Por fim, o coeficiente do termo de erro auto-regressivo espacial ( $\lambda$ ) apresentou-se negativo e significativo. Esse resultado indica que variáveis não incluídas no modelo, como influência de políticas públicas locais, graus de competição ou monopólio locais ou ainda capacidade de P&D universitário na região, apresentam autocorrelação espacial negativa.

## 6 EPÍLOGO

Essa dissertação teve como principal objetivo a análise dos determinantes da atividade inovativa de microrregiões de São Paulo, no período entre 1996-2003, dando especial ênfase ao impacto das externalidades de diversificação e especialização produtivas.

Por meio da análise exploratória dos dados espaciais (AEDE) foi possível revelar os padrões espaciais dos *clusters* inovativos, nos quais se constatou que a atividade tecnológica nas microrregiões paulistas é marcada pela autocorrelação espacial. A utilização do modelo de dados em painel com efeitos espaciais viabilizou o estudo da dimensão espacial e temporal na evolução do processo inovativo em São Paulo, colaborando para um melhor conhecimento na área de sistemas nacional e regional de inovação.

Pela AEDE, verificou-se que a atividade tecnológica de São Paulo é concentrada espacialmente, formando clusters do tipo (Alto-Alto). As regiões identificadas como relevantes ao processo inovativo foram Campinas e São Carlos, que revelaram também a existência de transbordamentos de conhecimento entre as microrregiões, beneficiados pela complementaridade produtiva e pelo dinamismo tecnológico do estado. Com isso, comprova-se que a questão da proximidade entre as microrregiões, quer dizer, o efeito de vizinhança deve ser levado em conta no estudo dos determinantes da inovação.

A exploração da dimensão espacial e temporal permitiu visualizar o espraiamento da atividade tecnológica em direção ao interior paulista. Esse comportamento, ao longo do período 1997-2003, ratifica a idéia de que a capacidade inovadora estaria localizada em cidades de porte médio, que dispõem de estruturas industriais especializadas.

Dentre os principais resultados obtidos pela análise econométrica, verificou-se que a escolaridade, a inércia temporal da inovação e o índice de especialização afetam positivamente a atividade inovadora nas microrregiões. Foi comprovado também que o índice

de diversificação possui também importância no processo inovador, ainda que esta evidência seja menos robusta, estatisticamente, que aquela relacionada ao indicador de grau de especialização da estrutura produtiva industrial.

O resultado significativo para o coeficiente da variável dependente defasada espacialmente aponta que inovações que ocorrem em microrregiões vizinhas influenciam positivamente a atividade inovativa de uma microrregião.

De modo similar, a escolaridade e a inércia temporal da inovação são apontados como indicadores favoráveis ao bom desempenho da inovação nas microrregiões. A escolaridade indica que quanto maior for o nível educacional da população da região, maior será a possibilidade de gerar e aplicar novos conhecimentos para fins econômicos. Da mesma forma, quanto maior a qualificação dos trabalhadores na sociedade, maior a capacidade de transformar o P&D em inovação.

No tocante à inércia temporal, o processo de mudança tecnológica que surge de eventos históricos passados exerce uma grande influência sobre inovações atuais, aprendizado e progresso tecnológico futuro, da também denominada de trajetória preestabelecida da inovação. Com isso, presume-se que a inovação tecnológica gerada no período anterior influencia a inovação tecnológica no período corrente.

Uma das principais conclusões da pesquisa reforça a idéia de que a especialização produtiva favorece a inovação nas microrregiões paulistas. Tal resultado propõe que as especializações produtivas fomentam a inovação no sistema inovativo paulista, o que significa dizer que corroboram a teoria MAR.

Os resultados apurados também incitam algumas sugestões de políticas públicas relevantes ao sistema regional de inovação em São Paulo, como:

1. O fortalecimento das especializações produtivas microrregionais. Os resultados apontam para a necessidade de conciliar e integrar as políticas industriais e as políticas tecnológicas, tendo em vista que as inovações que ocorrem nas microrregiões do estado de São Paulo são diretamente dependentes do grau de especialização industrial existente. Tais políticas podem ser horizontais ou verticais dependendo das especificidades dos setores.
2. Tendo em vista a significância dos transbordamentos como determinante da inovação, que abrangem extensões territoriais maiores que a área administrativa de um município, sua importância revela que políticas públicas de incentivo à inovação deveriam ser pensadas numa escala territorial maior do que aquela que coincide com a área administrativa do município. Logo, a política pública para a inovação poderia ser

pensada em termos estaduais, a partir de especializações produtivas já existentes, pois caso outras microrregiões possuam capacidade de absorção, os estímulos de inovação provenientes de microrregiões vizinhas serão altamente eficazes na constituição de um sistema inovativo local àquela região. Da mesma forma, elas podem evitar esforços que, do ponto de vista municipal, podem ser descoordenados ou não uniformes para todos os municípios que fazem parte de uma determinada aglomeração industrial.

3. Outro resultado que pode subsidiar políticas públicas é relativo ao impacto da escolaridade da população local. Cabe às políticas públicas viabilizar o aumento do grau de escolaridade populacional como pré-requisito para aumentar a taxa de inovação regional. A esse respeito, é importante que ações sejam conduzidas no sentido de aumentar a escolaridade média da população, pois quanto maior esse indicador mais provável é o surgimento de novas idéias que possam ser canalizadas para o setor produtivo, gerando inovações.
4. Os resultados de dependência temporal da inovação revelam que é difícil alterar o quadro regional de inovações no estado de São Paulo, no sentido de minimizar a concentração da inovação e os impactos que tal concentração possui sobre a participação na renda em cada microrregião do estado. Entretanto, políticas públicas podem ser orientadas no sentido de aumentar a taxa de inovação de microrregiões com menor desempenho inovador, ainda que a hierarquia regional de *clusters* inovadores não se altere de forma significativa.
5. Compete à política regional selecionar os setores ou indústrias privilegiadas pela política industrial, de acordo com o grau de especialização encontrado. Para desenvolver essas regiões especializadas, as políticas de desenvolvimento regional deveriam criar condições locais de produção que estivessem de acordo com a política industrial da localidade. Isso significa dizer que a política industrial deve privilegiar a maior eficiência produtiva e a competitividade das firmas, o que reforçaria as localidades com maiores externalidades de especialização.

Por fim, no intuito de futuras contribuições à literatura na área de inovação, poder-se-ia examinar os efeitos das fronteiras dos estados vizinhos a São Paulo. Além disso, um estudo mais aprofundado utilizando a metodologia de dados em painel sobre todas as microrregiões brasileiras permitiria uma investigação mais detalhada do sistema regional brasileiro, apontando suas potencialidades e fragilidades.

## 7 REFERÊNCIAS

ACOSTA, M; CORONADO, D. Science-technology flows in Spanish regions: an analysis of scientific citations in patents. **Research Policy**, v. 32, p. 1783- 1803, 2003.

ACS, Z. J., AUDRETSCH, D. B. Patents as a measure of innovative activity. **Kyklos-International Review for Social Sciences**, v. 42, n. 2, p. 171-180, 1989.

ACS, Z.J., AUDRETSCH, D.B.; FELDMAN, P. R & D spillovers and recipient firm size. **The Review of Economics and Statistics**, v. 76, n. 2, p. 336-340, 1994.

ALBUQUERQUE, E. M., Domestic patents and developing countries: arguments for their study and data from Brazil. (1980- 1995). **Research Policy**, v. 29, n. 9, p. 1047-1060, dez. 2000.

ALBUQUERQUE, E.M., BAESSA, A., SILVA, L.A., Atividade de patenteamento no Brasil e no exterior. In: FAPESP (Org.). **Indicadores de Ciência e Tecnologia e Inovação em São Paulo. São Paulo**. FAPESP. v. 1, cap.6, p. 6.1-6.37, 2005.

ALCORTA, L., PERES, W. Innovation systems and technological specialization in Latin America and the Caribbean. **Research Policy**, v. 26, p. 857-881, 1998.

ALMEIDA, E. S. de. **Econometria espacial aplicada**. Mestrado em Economia Aplicada da Universidade Federal de Juiz de Fora: 2º semestre de 2007. Mimeografado.

ALMEIDA, E. S. de; PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, P. G. C. Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 1, p. 31-52, 2007.

ANSELIN, L. Spatial econometrics. In: ANSELIN, L. **A comparison to theoretical econometrics**. Baltagi, Oxford: Basil Blackwell, p. 310-330, 2001.

ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models**. Dordrecht: Studies in Operational Regional Science, Kluwer Academic, Boston, 1988. 307p.

ANSELIN, L. Spatial externalities, spatial multipliers and spatial econometrics. **International Regional Science Review**, v. 26, n. 2, p. 153-166, 2003.

ANSELIN, L. The Moran Scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. **Spatial Analytical perspectives in GIS**. Taylor and Francis, London, p. 111-125, 1996.

ANSELIN, L.; BERA, A. K. Spatial dependence in linear regression models with an introduction to Spatial Econometrics. In: A. Ullah and D. Giles (Eds), **Handbook of Applied Economic Statistics**, Berlin, cap. 7, p. 237-289, 1998.

ANSELIN, L., SYABRI, I., KHO, Y. **GeoDa**: an introduction to spatial data analysis. 2004. Disponível em: < <https://www.geoda.uiuc.edu/pdf/geodaGA.pdf> > Acesso em 23 abril 2008.

ANSELIN, L; VARGA, A; ACS, Z. Local geographic spillovers between university research and high technology innovations. **Journal of Urban Economics**, v. 42, n. 3, p. 422-448, 1997.

ARELLANO, M., BOND, S. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, v. 58, n. 2, p.277-297, 1991.

ARTHUR, B. Competing technologies, increasing returns and lock in by historical events. **The Economic Journal**, v. 99, n. 394, p. 116-131, mar. 1989.

ARROW, K. The economic implications of learning by doing. **Review of Economic Studies**, v. 29, n. 3, p. 155-173, 1962.

AUDRETSCH, D. B., FELDMAN, M. P. Knowledge spillovers and the geography of innovation. In: Henderson, J. V., Thisse, J. F. (Eds.), **Handbook of Urban and Regional Economics**, vol. 4, North-Holland, 2004.

AUDRETSCH, D.B., FELDMAN, M. P. R&D spillovers and the geography of innovation and production. **American Economic Review**, v. 86, n. 3, p. 630- 640, jun. 1996.

AUDRETSCH, D. B., Agglomeration and the location of innovative activity. Oxford. **Review of Economic Policy**, v. 14, n. 2, 1998.

BARRETO, R. C. S. **Desenvolvimento regional e convergência de renda nos municípios do Estado do Ceará**. 2007. 211 f. Tese (doutorado). Universidade Federal de Viçosa, 2007.

BALTAGI, B. H. **Econometrics analysis of panel data**. 2.ed. Chichester, UK: Wiley & Sons, 2001.

BAUMONT, C.; ERTUR, C; LE GALLO, J. **The European regional convergence process 1980-1995: Do Spatial Regimes and Spatial Dependence Matter?** University of Burgundy, 2002. Disponível em: <<http://129.3.20.41/eps/em/papers/0207/0207002.pdf>> Acesso em 10 jun 2008.

BELL, M. 'Learning' and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries. In: FRANSMAN, M., KING, K. (Eds.). **Technological Capability in The Third World**. Hong Kong: Macmillan, p. 187-209, 1984.

BILBAO-OSORIO, B., RODRÍGUEZ-POSE, A. From R&D to Innovation and Economic Growth in the EU. University of Kentucky. **Growth and Change**, v. 35, n. 04, p. 434-455, 2004.

BODE, E. The spatial pattern of localized R&D spillovers: an empirical investigation for Germany. **Journal of Economic Geography**, v. 4, p. 43-64, 2004.

BOLDRIN, M., LEVINE, D. K., **Against intellectual monopoly**. 1 ed. New York: Cambridge University Press, 2008. 278p.

BRESCHI, S., Spatial patterns of innovation: evidence from patent data. In: GAMBARDELA, A., MALERBA, F. (Eds.), **The Organization of Innovative Activity in Europe**. Cambridge University Press, cap. 5, 1998. 396p.

CABRER-BORRÁS, B., SERRANO-DOMINGO, G., Innovation and R&D spillover effects in Spanish regions: A spatial approach. **Research Policy**, v. 36, p. 1357-1371, jun 2007.

CANO, W., **Raízes da concentração industrial em São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1977. 317p.

CARLINO, G.; CHATTERJEE, S.; HUNT, R. Knowledge spillovers and the new economy of cities. Philadelphia: Federal Reserve Bank of Philadelphia. **Working Paper**, n. 01-14, set. 2001.

CO, C. Evidence of the geography of innovation: evidence from patent data. **Growth and Change**, v.33, n. 4, p. 393-423, 2002.

COHEN, W.; LEVINTHAL, D. Innovation and learning: the two faces of R&D. **The Economic Journal**, v. 99, n. 397, p. 569-596, set. 1989.

DAMORFAL, D. **Spatial econometrics and political science**. In: Annual Meeting of the Southern Political Science Association, Atlanta: Department of Political Science, University of South Carolina, Columbia, jan. 2006.

DAS, S., FINNE H. Innovation and Co-location. **Spatial Economic Analysis**, v. 3, n. 2, p.159-189, 2008.

DE NEGRI, J.A., SALERMO, M.S., CASTRO, A.B. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J.A., SALERMO, M.S. (Orgs.), **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, cap. 1, p. 5-46, 2005

DINIZ, C. C., CROCCO, M. A. Reestruturação econômica e impacto regional: o novo mapa da indústria brasileira. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, jul. 1996.

DINIZ, C. C., GONÇALVES, E., Economia do conhecimento e desenvolvimento regional no Brasil. In: **I Encontro de Estudos Regionais e Urbanos**. São Paulo, 2001.

DOSI, G. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. **Journal of Economic Literature**, v. 26, p. 1120–1171. 1988a.

DOSI, G. The nature of the innovative process. In: DOSI, G. *et alii.* (org.), **Technical change and economic theory**, London: Pinter Publishers, p. 221-238, 1988b.

EDQUIST, C. Systems of innovation approaches – their emergence and characteristics. In: EDQUIST, C. (Ed.), **Systems of innovation: technologies, institutions and organisations**. Pinter: London, 1997. 446p.

EJERMO, O., Technological diversity and Jacobs' externality hypothesis revisited, CESIS – **Working Paper Series in Economics and Institutions of Innovation**, v. 36, n. 2, set. 2004. Disponível em < <http://www.infra.kth.se/cesis/documents/WP16.pdf>>. Acesso em: 18 fev 2008.

ELHORST, J. P. Specification and estimation of spatial panel data models. **International Regional Science Review**. v. 3, n. 26, p. 244-268, 2003.

FELDMAN, M. P., AUDRETSCH, D. B. Innovattion in cities: science-based diversity, specialization and localized competition. **European Economic Review**, v. 43, n. 2, p. 409-429, 1999.

FELDMAN, M. P., FLORIDA, R.. The geographic sources of innovation: Technological Infrastructure and Product Innovation in the United States. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 84, n. 2, p. 210-229, jun. 1994.

FRANSMAN, M. Conceptualising technical change in the third world in the 1980s: an interpretive survey. **Journal of Development Studies**, v. 21, n. 4, p. 572-652, jul. 1985.

FREEMAN, C. Technology policy and economic performance: lessons from Japan. **Research Policy**, Pinter, New York, p. 309-310, 1987.

FREEMAN, C., SOETE, L. **The economics of industrial innovation**. Cambridge, Mass: MIT Press, 3.ed, 1997. 470p.

FRITSCH, M; FRANKE, G. Innovation, regional spillovers and R&D cooperation. **Research Policy**, v. 33, p. 245-255, 2004.

FURMAN, J. L., PORTER, M.E., STERN, S., The determinants of national innovative Capacity. **Research Policy**, v. 31, p. 899-933, 2002.

GARCIA, J. C. R. Patente gera patente? **TransInformação**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 213-223, set./dez., 2006.

GLAESER, E.L., KALLAL, H. D., SCHEINKMAN, J. A., SHLEIFER, A. Growth in cities. **Journal of Political Economy**, v. 100, n. 6, 1992.

GONÇALVES, E., O Padrão espacial da atividade inovadora brasileira: uma análise exploratória. **Estudos Econômicos**, v. 37, n. 2, p. 403-433, 2007a.

GONÇALVES, E. **Firma e território**: três ensaios sobre inovação em ambientes periféricos. 2007. 174fls. Tese (Doutorado em Economia) – CEDEPLAR, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007b.

GONÇALVES, E.; ALMEIDA, E. S. **Innovation and spatial knowledge spillovers**: evidence from Brazilian patent data. In: 8th RSAI WORLD CONGRESS, São Paulo. 8th RSAI WORLD CONGRESS, 2008.

GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. Prentice Hall, New Jersey, 5 ed., 2000.

GREUNZ L. The innovation process of European regions. **Brussels economic review**, n. 4, v. 45, p. 59-94, 2002.

GREUNZ, L. Industrial structure and innovation: evidence from European regions. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 14, p. 563-592, 2004.

GRILICHES, Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. **Bell Journal of Economics**, v. 10, p. 92-116, 1979.

GRILICHES, Z. Patent statistics as economic indicators: a survey. **Journal of Economic Literature**, v. 8, p. 1661-1707, 1990.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, cap. 16, p. 513-528, 2006.

HELLER, C. Path-Dependence, Lock-in e Inércia. In: PELAEZ, V., SZMRECSÁNYI, T. **Economia da Inovação Tecnológica**. Economia e Planejamento. São Paulo: Editora Hucitec, v. 40, cap. 11, p. 260-284, 2006.

HENDERSON, V. Externalities and industrial development. **Journal of Urban Economics**, v. 42, p. 449-470, 1997.

HOOVER, E. M. **Location theory and the shoe and leather industries**. Cambridge, MA: Harvard University, v. 10, n. 4, p. 818-820, 1936.

HSIAO, C. **Analysis of panel data**. 2. ed. Nova York: Cambridge University Press, 2. ed, 2003. 359p.

IARA, A.; TRAISTARU, I. How flexible are wages in EU accession countries? **Labour Economics**, n. 11, p. 431-450, 2004.

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**. Dados Classe CNAE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04 fev 2008.

JACOBS, J. **The economy of cities**. Nova York: Random House, 1969. 268p.

JAFFE, A. B. Real effects of academic research. **The American Economic Review**, n. 5, v. 79, p. 957-970, dez. 1989.

JAFFE, A. B. Technological opportunity and spillovers of R&D: evidence from firms', patents, profits and market value. **The American Economic Review**, v. 76, n. 5, p. 984-1001, 1986.

JAFFE, A.B., HENDERSON, R. M., TRAJTENBERG, M. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citation. **Quarterly Journal of Economics**, v. 63, n. 3, p. 577-598, 1993.

JOHNSON, D. K. N., BROWN, A. How the west has won: regional and industrial inversion in U.S. patent activity. **Economic Geography**. v. 80, n. 3 p. 241-260, 2004.

JOHNSTON, J., DINARDO, J. **Econometric methods**. McGraw-Hill Book Company, 4. ed, New York, 1997. 300p.

JUDGE, G. G., HILL, C. R., GRIFFITHS, W. E., LUTKEPOL, H., LEE, T. **Theory and practice of econometrics**. Nova York: John Wiley & Sons, 1980. 793p.

KELEJIAN, H. H., PRUCHA, I. R. A Generalized Moments Estimator for the Autoregressive Parameter in a Spatial Model. **International Economic Review**, vol. 40, n. 2, 1999.

KOO, J. Agglomeration and spillovers in a simultaneous framework. **The Annals of Regional Science**, v. 39, p. 35-47, 2005.

KOO, J. Determinants of localized technology spillovers: role of regional and industrial attributes. **Regional Studies**, v. 41, p. 995-1011, 2007.

LEE, L. F. **Asymptotic distributions of quasi-maximum likelihood estimators for spatial econometric models**: I. Spatial autoregressive processes. Ohio State University, 2001a.

LEE, L. F. **Asymptotic distributions of quasi-maximum likelihood estimators for spatial econometric model**: II. Mixed regressive, spatial autoregressive processes. Ohio State University, 2001b.

LEMOS, C. Inovação na era do conhecimento. In: LASTRES, H. M. M., ALBAGLI, S. (Orgs.) **Informação e globalização na era do conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus. cap.5, p. 122-145, 1999.

LEMOS, M. B., CAMPOS B., BIAZI E., SANTOS, F., Capacitação tecnológica e catching up: o caso das regiões metropolitanas emergentes brasileiras. **Revista de Economia Política**, v. 26, n. 1, p. 95-118, 2006.

LEMOS, M.B., MORO, S., DOMINGUES, E. P., RUIZ, R. M. A. Organização territorial da indústria no Brasil. In: NEGRI, J.A. e SALERMO, M. (Ed.). **Inovação, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras**. Brasília: IPEA, p. 325-364, 2005a.

LEMOS, M.B., MORO, S., DOMINGUES, E. P., RUIZ, R. M. A. Espaços preferenciais e aglomerações industriais. In: NEGRI, J.A. e SALERMO, M. (Ed.). **Inovação, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras**. Brasília: IPEA, p. 365-424, 2005b.

LESAGE, J. P. **Spatial econometrics**. Department of Economics, University of Toledo, 1999. Disponível em: <<http://www.spatial-econometrics.com/html/wbook.pdf>>. Acesso em: 14 de maio de 2008.

LUNDEVALL, B. A. **National systems of innovation**: towards a theory of innovation and Interactive Learning. In: Lundvall, B. (Ed.), London: Pinter, 1992.

MARANDUBA JÚNIOR., N. G. **Política regional, crescimento econômico e convergência de renda em Minas Gerais**. 2007. 139 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Faculdade de Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2007.

MARQUES, L. D. **Modelos dinâmicos com dados em painel**: revisão de literatura. Faculdade de Economia do Porto – Porto, Portugal. Out. 2000. Disponível em: <<http://www.fep.up.pt/investigacao/workingpapers/wp100.PDF>>. Acesso em: 15 de maio de 2008.

MARSHALL, A. **Princípios de Economia**. São Paulo: Abril Cultural, p. 231-238, 1982.

MORENO, R., PACI, R., USAI, S. Spatial spillovers and innovation activity in European regions. **European Regional Science Association**, v. 03, n. 10, dez. 2004. Disponível em <<http://www.ersa.org/ersaconfs/ersa04/PDF/588.pdf>>. Acesso em: 20 nov 2007.

MORENO, R., PACI, R., USAI, S., Geographical and sectoral clusters of innovation in Europe. **Original Paper**, v. 39, n. 4, p. 715-739, 2005. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10.1007/s00168-005-0021-y>>. Acesso em: 10 nov 2008.

NELSON, R., WINTER, S. In search of useful theory of innovation. **Research Policy**, v. 6, p. 36-76, jan. 1977.

NELSON, R, ROSENBERG, N. Technical innovation and national systems. In: NELSON, R. (Ed.), **National Innovation Systems: A comparative Analysis**. Oxford University Press, New York, 1993.

OECD. **Measuring productivity – OECD manual: measurement of aggregate and industry-level productivity growth**. Paris: OECD, 2001. 156p.

**Organização Mundial de Propriedade Industrial**. (Dados). Disponível em <http://www.wipo.int/portal/index.html.en> Acesso em: 22 abril 2008.

ORLANDO, M. J. On the importance of geographic and technological proximity for R&D spillovers: an empirical investigation. **Federal Research Bank of Kansas City Research Working Paper**, 2000. Disponível em: <<http://www.kc.frb.org/publicat/reswkpap/PDF/rwp00-02.pdf>>. Acesso em 21 jan. 2008

PACHECO, C.A., CRUZ, C. H. B. Instrumentos para o desenvolvimento desafios para C&T e inovação em São Paulo. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 3-24, jan./mar. 2005.

PACI, R., USAI, S. Knowledge flows across european regions. **Working Papers, CRENoS**, n. 4, 2007. Disponível em: < <http://www.crenos.it/working/pdf/07-04.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2008

PACI, R., USAI, S. The role of specialisation and diversity externalities in the agglomeration of innovative activities. **Rivista Italiana degli Economisti**, v. 2, n. 2, p. 237-268, 2000.

- PANNE, G. V. D. Agglomeration externalities: Marshall versus Jacobs. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 14, p. 593–604, 2004.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984.
- PAVITT, K; PATEL, P. Large firms in the production of the world's technology: an important case of non-globalisation. **Journal of International Business Studies**, v. 22, p. 1-21, 1991.
- PENROSE, E. International patenting and the less-developed countries. **The Economic Journal**, v. 83, n. 331, p. 768-786, 1973.
- PORTER, M. **The competitive advantage of nations**. Londres: Macmillan, 1990. 855p.
- POSSAS, M. Em direção a um paradigma microdinâmico: a abordagem neo-schumpeteriana. In: AMADEO, E. (org.). **Ensaio sobre Economia Política Moderna: teoria e história do pensamento econômico**. São Paulo: Marco Zero, 1988.
- QUADROS, R., BRISOLLA, S., FURTADO, A., BERNARDES, R. Força e Fragilidade do Sistema de Inovação Paulista. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 3, p. 124-141, 2001.
- ROMER, P. Increasing returns an long-run growth. **Journal of Political Economy**, v. 94, p. 1002-1037, 1986.
- ROMER, P. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, v. 98 n. 02, p. 71-102, 1990.
- ROSENBERG, N. **Perspectives on technology**. Cambridge University, 1976. 362p.
- SCHUMPETER, J. **The theory of economic development**. Cambridge / Massachusets: Harvard University Press, 1934. 255p.
- SHY, O., **Industrial Organization** :Theory and Applications. Massachusets Institute of Technology, 6. ed. cap. 09, p. 221-250, 2001.
- SIMMIE, J. Innovation and agglomeration theory. In: SIMMIE, J. (Ed.), **Innovative cities**. New York: Spon Press, p. 11-52, 2001.
- SILVA, L., SIMÕES, R. **Oportunidades tecnológicas e produção científica**: uma análise microrregional para o Brasil. **EURE**, Santiago, v. 30, n. 90, p. 85-102, 2004.

SOUZA, M. C., GARCIA, R., Sistemas Locais de Inovação em São Paulo. In: CASSIOLATO, J. E., LASTRES, H. M. M. **Globalização e Inovação Localizada: Experiências de Sistemas Locais no Mercosul**. Brasília: IBICT/MCT. cap.9, p. 300-334, 1999.

SUN, Y. Spatial Distribution of Patents in China. **Regional Studies**, v. 34, n. 5, p. 441-454, 2000.

SUZIGAN, W., FURTADO, J., GARCIA, R., SAMPAIO, S.E.K., Inovação e Conhecimento Indicadores Regionalizados e Aplicação a São Paulo. **Revista Economia Contemporânea**, v. 10, n. 2, p. 323-356, mai./ago., 2006.

TRAJTENBERG, M. A penny for your quotes: patent citations and the value of innovations. **Rand Journal of Economics**, v. 21, n. 1. p. 172-187, 1990.

VARGA, A. **University research and regional innovation**: a spatial econometric analysis of academic technology transfers. Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers, 1998. 176p

VARGAS, M. A. **Proximidade territorial, aprendizado e inovação**: um estudo sobre a dimensão local dos processos de capacitação inovativa em arranjos e sistemas produtivos no Brasil. 2002. 256 fls. Tese (Doutorado em Economia) - Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

VIOTTI, E. B., BAESSA, A. R., KOELLER, P. Perfil da Inovação na indústria brasileira: uma comparação internacional. In: DE NEGRI, J.A., SALERMO, M.S. (Orgs.), **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005, cap.16, p. 653-687.

VIOTTI, E. B., National learning systems: A new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 69, n. 07, p. 653-680, set. 2002.

WOOD, P. Conclusions: innovative cities in Europe. In: SIMMIE, J. (Ed.), **Innovative cities**. New York: Spon Press, p. 231-247, 2001.

WOOLDRIDGE, J.M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. Cambridge: Londres: MIT, 2002. 752p.

## ANEXO

### ANEXO 1 – Estatísticas descritivas de todas as variáveis

<i>Variáveis</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>	<i>Soma</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
$I_t$	0,00005	0,00071	0,02382	0,00000	0,00056
$I_{t-1}$	0,00005	0,00007	0,02047	0,00000	0,00056
$PD_{t-1}$	0,00631	0,00376	2,78241	0,02100	0,02350
$D_t$	0,27833	0,20995	122,74275	0,00294	1,00000
$S_t$	0,47586	0,05730	209,85321	0,16112	0,61170
$E_t$	0,01613	0,01218	7,11471	0,00000	0,05359

Fonte: Elaboração própria com base no programa SAS 9.1.3

## ANEXO 2 – Matriz de correlação de Pearson

<i>Variáveis</i>	$I_{t-1}$	$PD_{t-1}$	$D_t$	$S_t$	$E_t$
$I_{t-1}$	1				
$PD_{t-1}$	0,28311 ( $p < 0.0001$ )	1			
$D_t$	-0,19848 ( $p < 0.0001$ )	-0,34258 ( $p < 0.0001$ )	1		
$S_t$	0,00095 ( $p = 0.9841$ )	-0,17114 ( $p = 0.0003$ )	0,26883 ( $p < 0.0001$ )	1	
$E_t$	0,43844 ( $p < 0.0001$ )	0,19618 ( $p < 0.0001$ )	-0,18506 ( $p < 0.0001$ )	0,09554 ( $p < 0.0001$ )	1

Fonte: Elaboração própria com base no programa SAS 9.1.3

Obs: Encontra-se entre parênteses o valor da significância estatística (*p-value*)

## ANEXO 3 - Estrutura detalhada da CNAE a 3 dígitos: códigos e denominações

Seção	Grupo	Denominação
<b>C</b>		<b>INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO</b>
		<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS</b>
	<b>10.1</b>	<b>Abate e fabricação de produtos de carne</b>
		Abate de reses, exceto suínos
		Abate de suínos, aves e outros pequenos animais
		Fabricação de produtos de carne
	<b>10.2</b>	<b>Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado</b>
		Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado
	<b>10.3</b>	<b>Fabricação de conservas de frutas, legumes e outros vegetais</b>
		Fabricação de conservas de frutas
		Fabricação de conservas de legumes e outros vegetais
		Fabricação de sucos de frutas, hortaliças e legumes
	<b>10.4</b>	<b>Fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais</b>
		Fabricação de óleos vegetais em bruto, exceto óleo de milho
		Fabricação de óleos vegetais refinados, exceto óleo de milho
		Fabricação de margarina e outras gorduras vegetais e de óleos não-comestíveis de animais
	<b>10.5</b>	<b>Laticínios</b>
		Preparação do leite
		Fabricação de laticínios
		Fabricação de sorvetes e outros gelados comestíveis
	<b>10.6</b>	<b>Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais</b>
		Beneficiamento de arroz e fabricação de produtos do arroz
		Moagem de trigo e fabricação de derivados
		Fabricação de farinha de mandioca e derivados
		Fabricação de farinha de milho e derivados, exceto óleos de milho
		Fabricação de amidos e féculas de vegetais e de óleos de milho
		Fabricação de alimentos para animais
		Moagem e fabricação de produtos de origem vegetal não especificados anteriormente
	<b>10.7</b>	<b>Fabricação e refino de açúcar</b>
		Fabricação de açúcar em bruto
		Fabricação de açúcar refinado
	<b>10.8</b>	<b>Torrefação e moagem de café</b>
		Torrefação e moagem de café
		Fabricação de produtos à base de café
	<b>10.9</b>	<b>Fabricação de outros produtos alimentícios</b>
		Fabricação de produtos de panificação
		Fabricação de biscoitos e bolachas
		Fabricação de produtos derivados do cacau, de chocolates e confeitos
		Fabricação de massas alimentícias
		Fabricação de especiarias, molhos, temperos e condimentos
		Fabricação de alimentos e pratos prontos
		Fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente

*(continuação)*

Seção	Grupo	Denominação
C		<b>INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO</b>
		<b>FABRICAÇÃO DE BEBIDAS</b>
11.1		<b>Fabricação de bebidas alcoólicas</b> Fabricação de aguardentes e outras bebidas destiladas Fabricação de vinho Fabricação de malte, cervejas e chopes
11.2		<b>Fabricação de bebidas não-alcoólicas</b> Fabricação de águas envasadas Fabricação de refrigerantes e de outras bebidas não-alcoólicas
		<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO FUMO</b>
12.1		<b>Processamento industrial do fumo</b> Processamento industrial do fumo
12.2		<b>Fabricação de produtos do fumo</b> Fabricação de produtos do fumo
		<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS</b>
13.1		<b>Preparação e fiação de fibras têxteis</b> Preparação e fiação de fibras de algodão Preparação e fiação de fibras têxteis naturais, exceto algodão Fiação de fibras artificiais e sintéticas Fabricação de linhas para costurar e bordar
13.2		<b>Tecelagem, exceto malha</b> Tecelagem de fios de algodão Tecelagem de fios de fibras têxteis naturais, exceto algodão Tecelagem de fios de fibras artificiais e sintéticas
13.3		<b>Fabricação de tecidos de malha</b> Fabricação de tecidos de malha
13.4		<b>Acabamentos em fios, tecidos e artefatos têxteis</b> Acabamentos em fios, tecidos e artefatos têxteis
13.5		<b>Fabricação de artefatos têxteis, exceto vestuário</b> Fabricação de artefatos têxteis para uso doméstico Fabricação de artefatos de tapeçaria Fabricação de artefatos de cordoaria Fabricação de tecidos especiais, inclusive artefatos Fabricação de outros produtos têxteis não especificados anteriormente
		<b>CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO E ACESSÓRIOS</b>
14.1		<b>Confecção de artigos do vestuário e acessórios</b> Confecção de roupas íntimas Confecção de peças do vestuário, exceto roupas íntimas Confecção de roupas profissionais Fabricação de acessórios do vestuário, exceto para segurança e proteção
14.2		<b>Fabricação de artigos de malharia e tricotagem</b> Fabricação de meias Fabricação de artigos do vestuário, produzidos em malharias e tricotagens, exceto meias

(continuação)

Seção	Grupo	Denominação
C		<b>INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO</b>
		<b>PREPARAÇÃO DE COUROS E FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE COURO, ARTIGOS PARA VIAGEM E CALÇADOS</b>
	<b>15.1</b>	<b>Curtimento e outras preparações de couro</b> Curtimento e outras preparações de couro
	<b>15.2</b>	<b>Fabricação de artigos para viagem e de artefatos diversos de couro</b> Fabricação de artigos para viagem, bolsas e semelhantes de qualquer material Fabricação de artefatos de couro não especificados anteriormente
	<b>15.3</b>	<b>Fabricação de calçados</b> Fabricação de calçados de couro Fabricação de tênis de qualquer material Fabricação de calçados de material sintético Fabricação de calçados de materiais não especificados anteriormente
	<b>15.4</b>	<b>Fabricação de partes para calçados, de qualquer material</b> Fabricação de partes para calçados, de qualquer material
		<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA</b>
	<b>16.1</b>	<b>Desdobramento de madeira</b> Desdobramento de madeira
	<b>16.2</b>	<b>Fabricação de produtos de madeira, cortiça e material trançado, exceto móveis</b> Fabricação de madeira laminada e de chapas de madeira compensada, prensada e aglomerada Fabricação de estruturas de madeira e de artigos de carpintaria para construção Fabricação de artefatos de tanoaria e de embalagens de madeira Fabricação de artefatos de madeira, palha, cortiça, vime e material trançado não especificados anteriormente, exceto móveis
		<b>FABRICAÇÃO DE CELULOSE, PAPEL E PRODUTOS DE PAPEL</b>
	<b>17.1</b>	<b>Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel</b> Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel
	<b>17.2</b>	<b>Fabricação de papel, cartolina e papel-cartão</b> Fabricação de papel Fabricação de cartolina e papel-cartão
	<b>17.3</b>	<b>Fabricação de embalagens de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado</b> Fabricação de embalagens de papel Fabricação de embalagens de cartolina e papel-cartão Fabricação de chapas e de embalagens de papelão ondulado
	<b>17.4</b>	<b>Fabricação de produtos diversos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado</b> Fabricação de produtos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado para uso comercial e de escritório Fabricação de produtos de papel para usos doméstico e higiênico-sanitário Fabricação de produtos de pastas celulósicas, papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado não especificados anteriormente

(continuação)

Seção	Grupo	Denominação
C		<b>INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO</b>
		<b>IMPRESSÃO E REPRODUÇÃO DE GRAVAÇÕES</b>
18.1		<b>Atividade de impressão</b> Impressão de jornais, livros, revistas e outras publicações periódicas Impressão de material de segurança Impressão de materiais para outros usos
18.2		<b>Serviços de pré-impressão e acabamentos gráficos</b> Serviços de pré-impressão Serviços de acabamentos gráficos
18.3		<b>Reprodução de materiais gravados em qualquer suporte</b> Reprodução de materiais gravados em qualquer suporte
		<b>FABRICAÇÃO DE COQUE, DE PRODUTOS DERIVADOS DO PETRÓLEO E DE BIOCOMBUSTÍVEIS</b>
19.1		<b>Coquerias</b> Coquerias
19.2		<b>Fabricação de produtos derivados do petróleo</b> Fabricação de produtos do refino de petróleo Fabricação de produtos derivados do petróleo, exceto produtos do refino
19.3		<b>Fabricação de biocombustíveis</b> Fabricação de álcool Fabricação de biocombustíveis, exceto álcool
		<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS</b>
20.1		<b>Fabricação de produtos químicos inorgânicos</b> Fabricação de cloro e álcalis Fabricação de intermediários para fertilizantes Fabricação de adubos e fertilizantes Fabricação de gases industriais Fabricação de produtos químicos inorgânicos não especificados anteriormente
20.2		<b>Fabricação de produtos químicos orgânicos</b> Fabricação de produtos petroquímicos básicos Fabricação de intermediários para plastificantes, resinas e fibras Fabricação de produtos químicos orgânicos não especificados anteriormente
20.3		<b>Fabricação de resinas e elastômeros</b> Fabricação de resinas termoplásticas Fabricação de resinas termofixas Fabricação de elastômeros
20.4		<b>Fabricação de fibras artificiais e sintéticas</b> Fabricação de fibras artificiais e sintéticas
20.5		<b>Fabricação de defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários</b> Fabricação de defensivos agrícolas Fabricação de desinfestantes domissanitários
20.6		<b>Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal</b> Fabricação de sabões e detergentes sintéticos Fabricação de produtos de limpeza e polimento Fabricação de cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal
20.7		<b>Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins</b> Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e lacas Fabricação de tintas de impressão Fabricação de impermeabilizantes, solventes e produtos afins

(continuação)

Seção	Grupo	Denominação
<b>C</b>		<b>INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO</b>
	<b>20.9</b>	<b>Fabricação de produtos e preparados químicos diversos</b> Fabricação de adesivos e selantes Fabricação de explosivos Fabricação de aditivos de uso industrial Fabricação de catalisadores Fabricação de produtos químicos não especificados anteriormente
		<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMOQUÍMICOS E FARMACÊUTICOS</b>
	<b>21.1</b>	<b>Fabricação de produtos farmoquímicos</b> Fabricação de produtos farmoquímicos
	<b>21.2</b>	<b>Fabricação de produtos farmacêuticos</b> Fabricação de medicamentos para uso humano Fabricação de medicamentos para uso veterinário Fabricação de preparações farmacêuticas
		<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE BORRACHA E DE MATERIAL PLÁSTICO</b>
	<b>22.1</b>	<b>Fabricação de produtos de borracha</b> Fabricação de pneumáticos e de câmaras-de-ar Reforma de pneumáticos usados Fabricação de artefatos de borracha não especificados anteriormente
	<b>22.2</b>	<b>Fabricação de produtos de material plástico</b> Fabricação de laminados planos e tubulares de material plástico Fabricação de embalagens de material plástico Fabricação de tubos e acessórios de material plástico para uso na construção Fabricação de artefatos de material plástico não especificados anteriormente
		<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS</b>
	<b>23.1</b>	<b>Fabricação de vidro e de produtos do vidro</b> Fabricação de vidro plano e de segurança Fabricação de embalagens de vidro Fabricação de artigos de vidro
	<b>23.2</b>	<b>Fabricação de cimento</b> Fabricação de cimento
	<b>23.3</b>	<b>Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes</b> Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes
	<b>23.4</b>	<b>Fabricação de produtos cerâmicos</b> Fabricação de produtos cerâmicos refratários Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para uso estrutural na construção Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários não especificados anteriormente
	<b>23.9</b>	<b>Aparelhamento de pedras e fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos</b>  Aparelhamento e outros trabalhos em pedras Fabricação de cal e gesso Fabricação de produtos de minerais não-metálicos não especificados anteriormente
		<b>METALURGIA</b>
	<b>24.1</b>	<b>Produção de ferro-gusa e de ferroligas</b> Produção de ferro-gusa Produção de ferroligas

(continuação)

Seção	Grupo	Denominação
<b>C</b>		<b>INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO</b>
	<b>24.2</b>	<b>Siderurgia</b> Produção de semi-acabados de aço Produção de laminados planos de aço Produção de laminados longos de aço Produção de relaminados, trefilados e perfilados de aço
	<b>24.3</b>	<b>Produção de tubos de aço, exceto tubos sem costura</b> Produção de tubos de aço com costura Produção de outros tubos de ferro e aço
	<b>24.4</b>	<b>Metalurgia dos metais não-ferrosos</b> Metalurgia do alumínio e suas ligas Metalurgia dos metais preciosos Metalurgia do cobre Metalurgia dos metais não-ferrosos e suas ligas não especificados anteriormente
	<b>24.5</b>	<b>Fundição</b> Fundição de ferro e aço Fundição de metais não-ferrosos e suas ligas
		<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL, EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS</b>
	<b>25.1</b>	<b>Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada</b> Fabricação de estruturas metálicas Fabricação de esquadrias de metal Fabricação de obras de caldeiraria pesada
	<b>25.2</b>	<b>Fabricação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras</b> Fabricação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras para aquecimento central Fabricação de caldeiras geradoras de vapor, exceto para aquecimento central e para veículos
	<b>25.3</b>	<b>Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais</b> Produção de forjados de aço e de metais não-ferrosos e suas ligas Produção de artefatos estampados de metal; metalurgia do pó Serviços de usinagem, solda, tratamento e revestimento em metais
	<b>25.4</b>	<b>Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas</b> Fabricação de artigos de cutelaria Fabricação de artigos de serralheria, exceto esquadrias Fabricação de ferramentas
	<b>25.5</b>	<b>Fabricação de equipamento bélico pesado, armas de fogo e munições</b> Fabricação de equipamento bélico pesado, armas de fogo e munições
	<b>25.9</b>	<b>Fabricação de produtos de metal não especificados anteriormente</b> Fabricação de embalagens metálicas Fabricação de produtos de trefilados de metal Fabricação de artigos de metal para uso doméstico e pessoal Fabricação de produtos de metal não especificados anteriormente
		<b>FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA, PRODUTOS ELETRÔNICOS E ÓPTICOS</b>
	<b>26.1</b>	<b>Fabricação de componentes eletrônicos</b> Fabricação de componentes eletrônicos
	<b>26.2</b>	<b>Fabricação de equipamentos de informática e periféricos</b> Fabricação de equipamentos de informática Fabricação de periféricos para equipamentos de informática

(continuação)

Seção	Grupo	Denominação
C		<b>INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO</b>
	26.3	<b>Fabricação de equipamentos de comunicação</b> Fabricação de equipamentos transmissores de comunicação Fabricação de aparelhos telefônicos e de outros equipamentos de comunicação
	26.4	<b>Fabricação de aparelhos de recepção, reprodução, gravação e amplificação de áudio e vídeo</b> Fabricação de aparelhos de recepção, reprodução, gravação e amplificação de áudio e vídeo
	26.5	<b>Fabricação de aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle; cronômetros e</b> Fabricação de aparelhos e equipamentos de medida, teste e controle Fabricação de cronômetros e relógios
	26.6	<b>Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação</b> Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação
	26.7	<b>Fabricação de equipamentos e instrumentos ópticos, fotográficos e cinematográficos</b> Fabricação de equipamentos e instrumentos ópticos, fotográficos e cinematográficos
	26.8	<b>Fabricação de mídias virgens, magnéticas e ópticas</b> Fabricação de mídias virgens, magnéticas e ópticas
		<b>FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS E MATERIAIS ELÉTRICOS</b>
	27.1	<b>Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos</b> Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos
	27.2	<b>Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos</b> Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos, exceto para veículos automotores Fabricação de baterias e acumuladores para veículos automotores
	27.3	<b>Fabricação de equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica</b> Fabricação de aparelhos e equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica Fabricação de material elétrico para instalações em circuito de consumo Fabricação de fios, cabos e condutores elétricos isolados
	27.4	<b>Fabricação de lâmpadas e outros equipamentos de iluminação</b> Fabricação de lâmpadas e outros equipamentos de iluminação
	27.5	<b>Fabricação de eletrodomésticos</b> Fabricação de fogões, refrigeradores e máquinas de lavar e secar para uso doméstico Fabricação de aparelhos eletrodomésticos não especificados anteriormente
	27.9	<b>Fabricação de equipamentos e aparelhos elétricos não especificados anteriormente</b> Fabricação de equipamentos e aparelhos elétricos não especificados anteriormente
		<b>FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS</b>
	28.1	<b>Fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão</b> Fabricação de motores e turbinas, exceto para aviões e veículos rodoviários Fabricação de equipamentos hidráulicos e pneumáticos, exceto válvulas Fabricação de válvulas, registros e dispositivos semelhantes Fabricação de compressores Fabricação de equipamentos de transmissão para fins industriais

(continuação)

Seção	Grupo	Denominação
<b>C</b>		<b>INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO</b>
	<b>28.2</b>	<b>Fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral</b>
		Fabricação de aparelhos e equipamentos para instalações térmicas
		Fabricação de máquinas, equipamentos e aparelhos para transporte e elevação de cargas e pessoas
		Fabricação de máquinas e aparelhos de refrigeração e ventilação para uso industrial e comercial
		Fabricação de aparelhos e equipamentos de ar condicionado
		Fabricação de máquinas e equipamentos para saneamento básico e ambiental
		Fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral não especificados anteriormente
	<b>28.3</b>	<b>Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária</b>
		Fabricação de tratores agrícolas
		Fabricação de equipamentos para irrigação agrícola
		Fabricação de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária, exceto para irrigação
	<b>28.4</b>	<b>Fabricação de máquinas-ferramenta</b>
		Fabricação de máquinas-ferramenta
	<b>28.5</b>	<b>Fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e na construção</b>
		Fabricação de máquinas e equipamentos para a prospecção e extração de petróleo
		Fabricação de outras máquinas e equipamentos para uso na extração mineral, exceto na extração de petróleo
		Fabricação de tratores, exceto agrícolas
		Fabricação de máquinas e equipamentos para terraplenagem, pavimentação e construção, exceto tratores
	<b>28.6</b>	<b>Fabricação de máquinas e equipamentos de uso industrial específico</b>
		Fabricação de máquinas para a indústria metalúrgica, exceto máquinas-ferramenta
		Fabricação de máquinas e equipamentos para as indústrias de alimentos, bebidas e fumo
		Fabricação de máquinas e equipamentos para a indústria têxtil
		Fabricação de máquinas e equipamentos para as indústrias do vestuário, do couro e de calçados
		Fabricação de máquinas e equipamentos para as indústrias de celulose, papel e papelão e artefatos
		Fabricação de máquinas e equipamentos para a indústria do plástico
		Fabricação de máquinas e equipamentos para uso industrial específico não especificados anteriormente
		<b>FABRICAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, REBOQUES E CARROCERIAS</b>
	<b>29.1</b>	<b>Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários</b>
		Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários

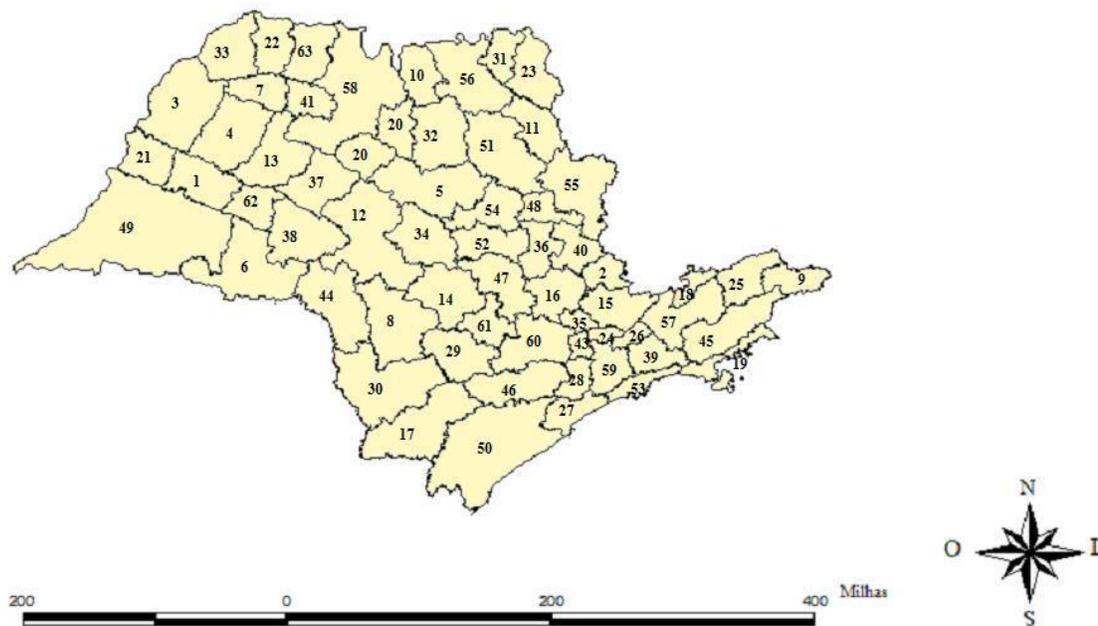
(continuação)

Seção	Grupo	Denominação
<b>C</b>		<b>INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO</b>
	<b>29.2</b>	<b>Fabricação de caminhões e ônibus</b> Fabricação de caminhões e ônibus
	<b>29.3</b>	<b>Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para veículos automotores</b> Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para veículos automotores
	<b>29.4</b>	<b>Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores</b> Fabricação de peças e acessórios para o sistema motor de veículos automotores Fabricação de peças e acessórios para os sistemas de marcha e transmissão de veículos automotores Fabricação de peças e acessórios para o sistema de freios de veículos automotores  Fabricação de peças e acessórios para o sistema de direção e suspensão de veículos automotores Fabricação de material elétrico e eletrônico para veículos automotores, exceto baterias Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores não especificados anteriormente
	<b>29.5</b>	<b>Recondicionamento e recuperação de motores para veículos automotores</b> Recondicionamento e recuperação de motores para veículos automotores
		<b>FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE, EXCETO VEÍCULOS AUTOMOTORES</b>
	<b>30.1</b>	<b>Construção de embarcações</b> Construção de embarcações e estruturas flutuantes Construção de embarcações para esporte e lazer
	<b>30.3</b>	<b>Fabricação de veículos ferroviários</b> Fabricação de locomotivas, vagões e outros materiais rodantes Fabricação de peças e acessórios para veículos ferroviários
	<b>30.4</b>	<b>Fabricação de aeronaves</b> Fabricação de aeronaves Fabricação de turbinas, motores e outros componentes e peças para aeronaves
	<b>30.5</b>	<b>Fabricação de veículos militares de combate</b> Fabricação de veículos militares de combate
	<b>30.9</b>	<b>Fabricação de equipamentos de transporte não especificados anteriormente</b>  Fabricação de motocicletas Fabricação de bicicletas e triciclos não-motorizados Fabricação de equipamentos de transporte não especificados anteriormente
		<b>FABRICAÇÃO DE MÓVEIS</b>
	<b>31.0</b>	<b>Fabricação de móveis</b> Fabricação de móveis com predominância de madeira Fabricação de móveis com predominância de metal Fabricação de móveis de outros materiais, exceto madeira e metal Fabricação de colchões
		<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DIVERSOS</b>
	<b>32.1</b>	<b>Fabricação de artigos de joalheria, bijuteria e semelhantes</b> Lapidação de gemas e fabricação de artefatos de ourivesaria e joalheria Fabricação de bijuterias e artefatos semelhantes

(continuação)

Seção	Grupo	Denominação
<b>C</b>		<b>INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO</b>
	<b>32.2</b>	<b>Fabricação de instrumentos musicais</b> Fabricação de instrumentos musicais
	<b>32.3</b>	<b>Fabricação de artefatos para pesca e esporte</b> Fabricação de artefatos para pesca e esporte
	<b>32.4</b>	<b>Fabricação de brinquedos e jogos recreativos</b> Fabricação de brinquedos e jogos recreativos
	<b>32.5</b>	<b>Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos</b> Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos
	<b>32.9</b>	<b>Fabricação de produtos diversos</b> Fabricação de escovas, pincéis e vassouras Fabricação de equipamentos e acessórios para segurança e proteção pessoal e profissional  Fabricação de produtos diversos não especificados anteriormente
		<b>MANUTENÇÃO, REPARAÇÃO E INSTALAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS</b>
	<b>33.1</b>	<b>Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos</b> Manutenção e reparação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras, exceto para veículos  Manutenção e reparação de equipamentos eletrônicos e ópticos Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos elétricos Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos da indústria mecânica Manutenção e reparação de veículos ferroviários Manutenção e reparação de aeronaves Manutenção e reparação de embarcações Manutenção e reparação de equipamentos e produtos não especificados anteriormente
	<b>33.2</b>	<b>Instalação de máquinas e equipamentos</b> Instalação de máquinas e equipamentos industriais  Instalação de equipamentos não especificados anteriormente

## ANEXO 4 - Identificação das microrregiões do estado de São Paulo



Fonte: Elaboração Própria com base no programa ArcView GIS 3.2

**Legenda:**

1- Adamantina	19- Caraguatatuba	37-Lins	55- São João da Boa Vista
2- Amparo	20- Catanduva	38- Marília	56- São Joaquim da Barra
3- Andradina	21- Dracena	39- Mogi das Cruzes	57- São José dos Campos
4- Araçatuba	22- Fernandópolis	40- Mogi-Mirim	58- São José do Rio Preto
5- Araraquara	23- Franca	41- Nhandeara	59- São Paulo
6- Assis	24- Franco da Rocha	42- Novo Horizonte	60- Sorocaba
7- Auriflama	25- Guaratinguetá	43- Osasco	61- Tatuí
8- Avaré	26- Guarulhos	44- Ourinhos	62-Tupã
9- Bananal	27- Itanhaém	45-Paraibuna/Paraitinga	63- Votuporanga
10- Barretos	28- Itapeirica da Serra	46- Piedade	
11- Batatais	29- Itapetininga	47- Piracicaba	
12- Bauru	30- Itapeva	48- Pirassununga	
13- Birigui	31- Ituverava	49- Presidente Prudente	
14- Botucatu	32- Jaboticabal	50- Registro	
15- Bragança Paulista	33- Jales	51- Ribeirão Preto	
16- Campinas	34- Jaú	52- Rio Claro	
17- Capão Bonito	35- Jundiaí	53- Santos	
18- Campos do Jordão	36- Limeira	54- São Carlos	