

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DOMITILA SANTOS BAHIA

**DIVERSIFICAÇÃO E ESPECIALIZAÇÃO PRODUTIVA NA GERAÇÃO DE
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: UMA APLICAÇÃO PARA OS ESTADOS
BRASILEIROS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento econômico pelo Curso de Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Departamento de Economia, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná.

**Orientador: Prof. Dr. Armando Vaz
Sampaio**

Curitiba, 2014

DOMITILA SANTOS BAHIA

**DIVERSIFICAÇÃO E ESPECIALIZAÇÃO PRODUTIVA NA GERAÇÃO DE
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: UMA APLICAÇÃO PARA OS ESTADOS
BRASILEIROS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento econômico pelo Curso de Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Departamento de Economia, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná.

**Orientador: Prof. Dr. Armando Vaz
Sampaio**

Curitiba, 2014

DOMITILA SANTOS BAHIA

**DIVERSIFICAÇÃO E ESPECIALIZAÇÃO PRODUTIVA NA GERAÇÃO DE
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: UMA APLICAÇÃO PARA OS ESTADOS
BRASILEIROS**

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Armando Vaz Sampaio

Departamento de Ciências Econômicas, UFPR

Prof. Dr. Alexandre Alves Porsse

Departamento de Ciências Econômicas, UFPR

Prof. Dr. Eduardo Gonçalves

Faculdade de Economia, UFJF

Curitiba, 27 de março de 2014

Aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus pais, Lourdes e Luiz, pelos motivos mais óbvios que todos os filhos deveriam agradecer diariamente a seus pais: amor, respeito, incentivo e cobranças – sem elas as conquistas seriam menores. Agradeço aos meus irmãos, João Pedro e Marina, que fizeram da saudade e distância motivos para que eu perseverasse em cada objetivo. E a todos da minha família que contribuíram, um pouquinho ou bastante, mas que enfim, torceram, para que a conclusão dessa etapa fosse a melhor possível.

Agradeço muito ao meu orientador e professor Armando Sampaio, que além de seus atributos profissionais inquestionáveis, teve paciência e confiança em meu trabalho. Acredito que sem os seus incentivos e a crença de que “a qualidade se constrói” eu teria evoluído muito pouco, na verdade, quase nada. Muito obrigada de coração.

O meu obrigada se estende aos professores Alexandre Porsse, pela disponibilidade em tirar minhas (muitas) dúvidas; Flávio Gonçalves, pelos comentários e sugestões sobre o trabalho; Fernando Motta, pelo carinho e companheirismo com que nos tratou durante esse período; Maurício Bittencourt, pelo exemplo profissional que nos passa; Adriana Sbicca e Armando Dalla Costa, muito obrigada por terem me ensinado tanto.

Aos meus amigos do PPGDE, Amanda, Gilberto, Diego, Clauber, Antônio, Pedro e Cris, agradeço sempre por ter conhecido cada um e, mais ainda, por terem dividido comigo o tempo de vocês! Ao Leonardo, agradeço, além de tudo isso, por ter me ajudado muito com este trabalho, doou um parte do seu tempo e me ensinou muita coisa.

Aos amigos de Curitiba, aos amigos de Minas Gerais, às pessoas que me ajudaram mesmo sem saber, às queridas Larissa e Karen, às secretárias Áurea e Ivone (sem o trabalho de vocês, teria sido muito difícil) e aos demais colegas e professores do programa: muito obrigada por tudo! Tenham certeza que cada bom dia e cada sorriso fizeram esse trabalho ser ainda melhor.

Agradeço, ainda, a Rosa Livia Montenegro, que através de seu belo trabalho, inspirou-me a realizar este e esteve disponível em esclarecer-me dúvidas e desejar-me boa sorte e a seu orientador, professor Eduardo Gonçalves, que me deixou profundamente feliz em ter aceitado fazer parte da banca de defesa desta dissertação.

RESUMO

O principal objetivo dessa pesquisa é investigar o quão sensível é a geração de inovação dos estados brasileiros às influências das externalidades de diversificação e de especialização industrial, no período compreendido entre 2001-2011. Além disso, estudar o comportamento da inovação através do território permite a inferência de como políticas públicas de fomento à ciência e tecnologia tem agido no Brasil. Outros fatores determinantes da inovação são também considerados, como a capacidade de investimento em ciência e tecnologia dos estados, o nível de escolaridade e a defasagem temporal da inovação. Como medida de geração de inovação, são utilizados os depósitos de patentes *per capita*, a fim de mensurar a capacidade tecnológica de cada estado. A base de dados utilizada neste trabalho consiste na conjugação de dados provenientes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dos dados de depósitos de patentes do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), de dados sobre gastos com ciência e tecnologia do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e dados sobre capital humano do Ministério da Educação (MEC). A metodologia utilizada aborda a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) e modelos de regressão espacial com dados em painel. Tais procedimentos permitiram acompanhar a trajetória da inovação através do território no período em análise e foram estudados os principais marcos legais da inovação brasileira a fim de se estabelecer se esses esforços contribuíram para o fortalecimento da política regional de inovação.

Palavras-chave: Inovação; Patentes; Estados Brasileiros; Modelos em painel de dados com dependência espacial.

ABSTRACT

The main objective of this research is to investigate how sensitive is the generation of innovation to the influences of the Brazilian states of externalities of industrial diversification and industrial specialization in the period 2001-2011. Furthermore, studying the behavior of innovation through the territory allows the inference of how public policies to encourage science and technology have acted in Brazil. Other determinants of innovation are also considered as the investment capacity of the states in science and technology, education level and lag of innovation. As a generation of innovation, deposits of patents per capita are used in order to measure the technological capacity of each state. The database used in this work consists of a combination of data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), data of patent applications at the National Institute of Industrial Property (INPI), data on spending on science and technology from the Ministry of Science, Technology and Innovation (MCTI) and data on human capital of the Ministry of Education (MEC). The methodology addresses the Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) and spatial regression models with panel data. These procedures permitted to follow the trajectory of innovation through the territory in the period and the main legal framework of the Brazilian innovation were studied in order to establish if these efforts contributed to the strengthening of regional innovation policy .

Keywords: Innovation, Patents, Brazilian states, models in panel data with spatial dependence.

L'organisation de l'espace intéresse en somme les géographes parce que 'espace', les économistes parce que 'organisation'. L'un n'existe pas sans l'autre et l'ensemble exige une conception commune de l'univers qui sert d'habitat à l'humanité.

Jean Gottmann, 1950

LISTA DE FIGURAS

		página
Figura 1	Comparativo entre a relação gasto com P&D/PIB dos países da OECD e o Brasil	26
Figura 2	Mapas de dispersão de Moran da média das patentes <i>per capita</i> no período 2001 a 2011	60
Figura 3	Mapa da concentração média da geração de inovação no período 2001 a 2011	63
Figura 4	Mapas de <i>clusters</i> para as patentes <i>per capita</i> dos estados no período 2001 a 2011	64
Figura 5	Mapas de <i>clusters</i> bivariados das patentes <i>per capita</i> versus o índice de diversificação dos estados no período 2001 a 2011	71
Figura 6	Mapas de <i>clusters</i> bivariados das patentes <i>per capita</i> versus o índice de especialização dos estados no período 2001 a 2011	78
Figura 7	<i>Box Map</i> da média das patentes <i>per capita</i> no período 2001-2011	84

LISTA DE TABELAS

		página
Tabela 1	Índice de Moran das patentes <i>per capita</i> no período 2001-2011	60
Tabela 2	Índice de Moran bivariado das patentes <i>per capita</i> e índice de diversificação	70
Tabela 3	Índice de Moran bivariado das patentes <i>per capita</i> e índice de especialização	77
Tabela 4	Resultados dos modelos estimados por MQO e do modelo de efeitos fixos (LSDV)	86
Tabela 5	Teste de dependência espacial para os resíduos das estimações cross-section através de MQO	88
Tabela 6	Resultados das estimações por Mínimos Quadrados Generalizados Exequíveis (MQGE)	89
Tabela 7	Resultado do <i>I</i> de Moran para dependência espacial nos resíduos dos modelos	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Síntese das variáveis utilizadas para analisar a geração de inovação nos estados brasileiros	página 58
----------	--	--------------

SUMÁRIO

	página
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 DETERMINANTES DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	15
2.2 PATENTES E ATIVIDADES INOVATIVAS	17
2.3 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA INOVAÇÃO E OS SPILLOVERS DE CONHECIMENTO	19
2.4 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS INOVAÇÕES NO BRASIL	22
2.5 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS DOS DETERMINANTES DA INOVAÇÃO: TRABALHOS RELACIONADOS	27
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	34
3.1 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS (AEDE)	35
3.2 A PONDERAÇÃO ESPACIAL	36
3.3 AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL GLOBAL UNIVARIADA	38
3.4 AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL GLOBAL MULTIVARIADA	41
3.5 AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL LOCAL	42
3.6 ANÁLISE DOS OUTLIERS GLOBAIS E LOCAIS	43
4 MODELO DE REGRESSÃO COM DADOS EM PAINEL	45
4.1 MODELO DE EFEITOS FIXOS E EFEITOS ALEATÓRIOS	46
4.2 MODELOS DE EFEITOS FIXOS COM DEPENDÊNCIA ESPACIAL	47
4.3 MODELO EMPÍRICO	51
5 BASE DE DADOS	54
6 RESULTADOS DA AEDE	59
6.1 ANÁLISE DA AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL GLOBAL UNIVARIADA	59
6.2 ANÁLISE DOS INDICADORES LOCAIS DE ASSOCIAÇÃO ESPACIAL	63
6.3 ANÁLISE DA AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL BIVARIADA	70
6.4 DETECÇÃO DE OUTLIERS E PONTOS DE ALAVANCAGEM	84
7 ESTIMAÇÃO E ANÁLISE DOS MODELOS DE DADOS EM PAINEL	86
7.1 ESTIMAÇÃO DOS MODELOS	86
7.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS	90
8 EPÍLOGO	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
ANEXOS	
ANEXO 1 - Estatística descritiva das variáveis utilizadas	102
ANEXO 2 – Matriz de correlação de Pearson	103
ANEXO 3- Estrutura detalhada da CNAE 1.0 a 3 dígitos: códigos e denominações	104

1 INTRODUÇÃO

A motivação desta pesquisa está na necessidade de se aprofundar e compreender a relação entre difusão de conhecimento tecnológico e geração regional de inovações. Esta temática tem importância reconhecida por diversos autores (FELDMAN e AUDRETSCH, 1999; GRILICHES, 1990; CABRER-BORRÁS e SERRANO-DOMIGO, 2007), principalmente pelo fato de que a inovação e o progresso tecnológico influenciam diretamente o crescimento econômico.

Segundo Schumpeter (1961), a inovação pode ser considerada condutora do crescimento econômico, e sendo assim eleva-se a relevância da avaliação do impacto das atividades inovativas na criação de conhecimento e na produtividade das atividades econômicas.

As atividades de inovação tecnológica são o conjunto de etapas científicas, tecnológicas, organizativas, financeiras e comerciais, incluindo os investimentos em novos conhecimentos, que levam ou tentam levar à implementação de produtos e processos novos ou melhorados (MANUAL DE FRASCATI, 2002).

As atividades de inovação são estimuladas pela geração e transferência de conhecimento, que transbordam (efeito *spillover*) entre as firmas e instituições. A geração de capital humano, presença de instituições de pesquisa e os esforços em pesquisa e desenvolvimento também contribuem no processo de geração de inovação.

Segundo o Manual de Frascati (2002), como pesquisa e desenvolvimento (P&D), podem-se entender as atividades de geração e suporte às ideias criativas que fomentam a inovação, mas também a metodologia para solucionar problemas insurgentes em quaisquer dessas fases.

Como forma de medir o produto da inovação, através das atividades de P&D, pode-se observar a quantidade de patentes depositadas em determinado período. No Brasil, de acordo com o INPI (Instituto Nacional da Propriedade Intelectual), em 2011, foram realizados por residentes 7.764 depósitos de

patentes. Desses, 3.296 pedidos vieram do estado de São Paulo. 128 depósitos de patentes foram realizados em 2011 pelos sete estados da Região Norte do Brasil, enquanto que os estados da Região Sul somaram 2.037 depósitos de patentes.

Esses dados levantam indícios de que a inovação não se distribui de forma equânime entre as regiões, ressaltando as disparidades regionais por estar reunida onde a produção é, também, geograficamente concentrada. A questão da localização espacial é especialmente relevante no caso de firmas inovadoras, uma vez que a proximidade entre as firmas é o que permite haver o compartilhamento e difusão do conhecimento entre elas e entre as firmas e instituições de pesquisa, aumentando a possibilidade de efetivarem-se inovações, causando assim o efeito de transbordamento de conhecimento.

Marshall (1982) é um dos precursores na literatura sobre economias de aglomeração e resalta as vantagens da concentração de indústrias especializadas em certas localidades.

A literatura considera que há dois tipos de *spillover* de conhecimento: o de especialização, embasado nas teorias de Marshall (1982), Arrow (1962) e Romer (1986), constituindo o acrônimo MAR (GLAESER *et al*, 1992) e o da diversificação, defendido por Jacobs (1969). *Spillovers* ocorrem porque o conhecimento criado por uma empresa ou qualquer outra organização não fica contido apenas dentro dessas entidades, mas é também aproveitado por outras empresas e organizações.

Para Jacobs (1969), a interação entre as pessoas gerando novas ideias e produtos explica o processo de difusão da inovação e os transbordamentos proporcionados pelas indústrias de diversos setores.

Por *spillover* de diversificação, entende-se a troca complementar de conhecimento através de diversas firmas e agentes econômicos que buscam facilitar as buscas e experimentos na inovação, favorecendo a criação de novas ideias. As externalidades de diversificação podem promover inovação e crescimento por causa da variedade e diversidade dos setores industriais localizados próximos.

As externalidades de especialização, associadas ao aumento da concentração de uma indústria específica, dentro do espaço geográfico de uma região, facilitam os transbordamentos de conhecimento entre as firmas.

As investigações sobre a relação entre inovação e as externalidades espaciais permanecem inconclusivas quanto ao efeito da especialização e da diversificação das estruturas locais produtivas sobre a capacidade de inovação.

Os trabalhos que avaliam os spillovers de conhecimento no Brasil não se ocuparam em sincronizar os resultados das indústrias com as políticas de incentivo à inovação tecnológica (MONTENEGRO *et al*, 2011; GONÇALVES e ALMEIDA, 2009).

A relação tempo-espaço, análise deste trabalho, torna possível verificar se os processos de divergência ou convergência espacial na criação de conhecimento têm ocorrido nos últimos anos.

Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho é analisar os determinantes da inovação tecnológica nos estados brasileiros entre os anos de 2001 a 2011 e posteriormente, avaliar em que medida a especialização e a diversificação industrial interferem na geração de inovação pelos estados.

Primeiramente, cabe revisar a literatura teórica e empírica sobre os determinantes da inovação, com enfoque espacial, tanto para o Brasil quanto para outros lugares do mundo. A estimação do modelo proposto será realizada para quantificar os parâmetros das variáveis selecionadas a fim de estabelecer em que medida cada fator contribui para a inovação regional.

O resultado a que se pretende chegar é a discussão envolvendo a análise da similaridade dos níveis de inovação nos estados como uma vantagem na difusão do conhecimento, e se a difusão tecnológica tem permitido uma mudança espacial da inovação no Brasil ao longo dos anos, comparando os resultados com outros trabalhos empíricos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DETERMINANTES DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Desde que a inovação e o progresso tecnológico tiveram sua importância reconhecida pela literatura acadêmica como elementos do processo de crescimento econômico, os fatores determinantes desses componentes tem sido amplamente discutidos.

O destaque dado por Schumpeter (1961) à capacidade e à iniciativa dos empresários em consonância com as atividades científicas é justamente porque o empreendedorismo poderia ser o condutor do crescimento econômico através de inovações tecnológicas.

Essas inovações podem ser exemplificadas como a introdução de um novo bem no mercado ou de um aprimoramento de um bem existente, da introdução de um novo método de produção ou nova maneira de comercialização de um produto, abertura de um novo mercado, conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas e pelo estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como estar em uma posição de monopólio (SCHUMPETER, 1961).

De acordo com Vargas (2002), a geração de inovação não é um fenômeno isolado no tempo e no espaço, mas sim o resultado de trajetórias cumulativas e construídas historicamente, de acordo com as especificidades institucionais e padrões de especialização econômica inerentes a um determinado contexto espacial ou setorial.

Desse modo, a mudança de padrões de inovação acontecem de forma sucessiva, sendo necessário que novas tecnologias concorram e, por fim, substituam as tecnologias em uso. Essa sucessão de padrões tecnológicos é caracterizada como difusão tecnológica, não apenas no sentido de geração de novas tecnologias, como também no sentido de aprimoramento e aumento das inovações.

Nesse sentido, cabe citar a teoria evolucionária, que apura o processo inovativo como sendo uma seleção natural (DOSI, 1988). O enfoque dessa teoria, proposta originalmente por Nelson e Winter (1982), é o caráter

endógeno do processo de mudança tecnológica da teoria econômica. Em síntese, a teoria evolucionária tem como princípio o conhecimento sendo a base do processo inovativo, e sua criação e difusão são a fonte básica para a mudança econômica e tecnológica. O aprendizado é o mecanismo-chave no processo de acumulação do conhecimento.

Para Dosi (1988), a inovação envolve a procura, a descoberta, o desenvolvimento, o experimento, a imitação e a adoção de novos produtos e novos processos de produção.

Todo essas etapas envolvidas no processo inovativo estão intrinsicamente ligadas ao conhecimento tecnológico, que é caracterizado como sendo uma variável cumulativa e interfere diretamente nas mudanças de padrões tecnológicos (FELDMAN, 1994).

À luz desses conceitos, é possível fazer duas observações: 1. O conhecimento tecnológico é localizado e sua propagação ocorre lentamente e 2. capacidade de aprendizado é de extrema importância para o desenvolvimento de novas tecnologias.

Segundo esta ideia, as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) são elementares nos processos de produção, pois além de gerar inovações, aumentam a habilidade de qualquer unidade produtiva, assimilando e explorando informações. Para Pavitt e Patel (1991), a importância dos investimentos em P&D está ligada aos elementos tácitos e ao conhecimento tecnológico, mesmo os conhecimentos codificados, como as patentes.

Para Cohen e Levinthal (1989), o objetivo das atividades de P&D é gerar novas informações, contribuindo para o aumento da capacidade da firma em assimilar e explorar a informação existente e o aprendizado do novo conhecimento.

Qualquer inovação importante baseia-se num estoque de conhecimento, o que denota o conceito de trajetórias pré-estabelecidas e persistência temporal. Mas a capacidade de inovar com sucesso depende de forma crescente do uso de todo esse corpo de conhecimentos estruturados, antigos e

novos (STEINMUELLER, 1994). Ou seja, apenas o conhecimento e a geração de inovação prévios não são suficientes para que a trajetória seja contínua.

2.2 PATENTES E ATIVIDADES INOVATIVAS

Inovação tecnológica pode ser entendida como o processo que determina a capacidade de produzir novos produtos (ou novos processos) e o desenvolvimento tecnológico de uma economia. Desse modo, é um fenômeno complexo e difícil de ser mensurado (CABRER-BORRÁS e SERRANO-DOMINGO, 2007).

A medida de inovação tecnológica, através da quantidade de patentes, não é consensual, pois ainda há debates sobre a representação do estado real da inovação e sobre quais aspectos da atividade econômica conseguem ser capturados por esses dados.

Evidências empíricas¹ mostram que a produtividade é influenciada pela apropriação de conhecimento, uma vez que um sistema consiso de proteção intelectual encoraja o progresso tecnológico e a invenção, através da concessão do monopólio de exploração destas temporariamente ao inventor. Desse modo, as patentes atendem ao propósito, pelo menos em parte, de apropriabilidade dos resultados das atividades de pesquisa e desenvolvimento, incentivando-as.

Assim como Griliches (1990), usar o número de patentes depositadas como maneira de avaliação da atividade inovativa, referenciando a capacidade tecnológica, tem sido comum na literatura internacional. Entretanto, nem todas as invenções chegam a ser patenteadas e nem todas as patentes se tornarão inovações incorporadas pela indústria, além de existir diferenças setoriais e diferenças em termo de conteúdo inovador em cada patente depositada.

Dentre os motivos pelos quais uma empresa não deposita pedidos de patentes de algumas invenções estão a falta de aplicação comercial da invenção; a estratégia de manter-se em sigilo industrial os resultados de P&D; a avaliação de que a liderança técnico-científica é mais relevante do que a

¹ Ver seção sobre trabalhos empíricos relacionados.

proteção concedida pela patente; o alto custo do processo de patenteamento, tanto em valor quanto em tempo (PAVITT, 1985).

Fora isso, a relação entre patentes depositadas e produtividade é questionada em países de baixa renda (PENROSE, 1973), uma vez que a importação de bens de tecnologia e investimentos diretos externos é estimulada pelo baixo nível de proteção intelectual. Nesses países, por exemplo, empresas multinacionais tendem a implantar, preferencialmente, canais de distribuição para seus produtos, em vez de transferir tecnologias (LUNA e BAESSA, 2007).

O trabalho empírico de Acs e Audretsch (1989) testou se as patentes podem ser utilizadas como uma proxy confiável da atividade de inovação. Os resultados mostraram que o número de patentes depositadas confere um alto grau de correlação com os gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), conhecimento e trabalho qualificado, sendo então uma medida factível para a inovação.

No Brasil, até 2003, cerca de 70% dos depósitos de patentes foram realizados por pessoas físicas. Segundo Albuquerque (1999), essa proporção revela a falta de continuidade nos depósitos e o pequeno envolvimento das firmas em atividades de inovação e se devem, sobretudo, ao subdesenvolvimento do Sistema Nacional de Inovação (SNI).

Luna e Baessa (2007) investigaram o impacto da propriedade intelectual na produtividade das diversas estratégias adotadas pelas firmas industriais e de serviços no Brasil. O trabalho partiu da hipótese de que a produtividade do trabalho é influenciada pela formalização de marcas e patentes. Porém, ante a fragilidade do sistema de proteção intelectual representada pelo Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), os benefícios advindos dessa formalização não são plenamente alcançados.

Segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCTI, 2013), o depósito de patentes é considerado positivo por indicar que o país transforma o conhecimento científico e tecnológico em produtos ou inovações tecnológicas. Cabe salientar que, para ser uma inovação, precisa haver comercialização e/ou

aplicação das patentes e isso não acontece com todos os depósitos de patentes realizados.

Deste modo, o presente trabalho considerará o número de depósitos de patentes como medida de geração de inovação, já que patentes são utilizadas para avaliar o nível de esforço e a competência tecnológica a nível regional (GONÇALVES e ALMEIDA, 2009).

Além disso, de acordo com Acs *et al.* (2002), o número de patentes depositadas são consistentes ao fornecer características exatas sobre o caso de mudança técnica em países como o Brasil.

2.3 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA INOVAÇÃO E OS *SPILLOVERS* DE CONHECIMENTO

O conhecimento tornou-se um paradigma cada vez mais poderoso na compreensão sobre a dinâmica espacial das atividades econômicas. No contexto da competição econômica pode, inclusive, ser entendido como um esforço para sobrevivência das firmas (Nijkamp *et al.*, 2011) e a maneira como o novo conhecimento é criado depende dos *spillovers*, ou transbordamentos, de conhecimento inter-industriais, que se constituem como as mais importantes fontes de transferência dos diversos tipos de conhecimento (JACOBS, 1969).

Os *spillovers* de conhecimento ocorrem porque o conhecimento criado por uma empresa ou qualquer outra organização não fica contido apenas dentro dessas entidades, mas é também aproveitado por outras empresas e organizações. Nesse sentido, o espaço geográfico é determinante em termos de facilitar a inovação e, conseqüentemente, aumentar a competitividade de empresas aglomeradas num mesmo território.

A teoria do crescimento econômico retomou o interesse acadêmico e tanto o escopo teórico e sua base empírica foram significativamente enriquecida, graças ao surgimento de conceitos de crescimento endógeno espaciais, o aumento do interesse em externalidades de aglomeração, como

expresso pela nova geografia econômica, a nova teoria da inovação como base para a compreensão da complexa dinâmica espacial (NIJKAMP *et al.*, 2011).

A relevância do espaço geográfico (FELDMAN e AUDRETSCH, 1999) como elemento que propicia inovação está vinculada ao tipo de conhecimento, que, de acordo com Dosi (1988), pode ser classificado de acordo com os aspectos universal ou específico, articulado ou tácito e público e privado. Quando o conhecimento é tácito, específico ou privado, a transmissão tende a ser favorecida quando o espaço geográfico é reduzido, ou seja, a proximidade espacial facilita a transmissão de conhecimento, aumentando a possibilidade de gerar-se inovação.

A teoria da localização sugere que a proximidade geográfica é necessária para transmitir conhecimento, principalmente tácito, já que os transbordamentos de conhecimento tendem a ser localizados dentro de uma região geográfica (AUDRETSCH e ALDRIGDE, 2010). Audretsch e Feldman (1996), Gray e Dunning (2000), Glaeser *et al.* (1992), Porter (1990), Storper (1997) são autores que pontuam a importância de uma forte capacitação tecnológica local e/ou regional como um determinante do crescimento das cidades e regiões.

A concentração espacial de atividades de inovação, envolvendo a proximidade espacial e social, aumenta as oportunidades para a interação e transferência de conhecimento. Os efeitos secundários resultantes da concentração são expressos na redução do custo de obtenção e processamento de conhecimento. Além disso, a produtividade dos trabalhadores engajados em pesquisa e desenvolvimento, ao interagir uns com os outros em ambientes aglomerados com a intenção de reduzir custos, aumenta (NIJKAMP *ET AL.*, 2011).

Uma das características que faz com que a proximidade territorial seja importante na promoção do aprendizado é que a natureza local dos transbordamentos de conhecimento está ligada a geração de conhecimento da economia local. Os *spillovers* 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 (ACS *et alii*, 1994; AUDRETSCH e FELDMAN, 1996; JAFFE *et alii*, 1993).

As vantagens proporcionadas pela proximidade geográfica causam os efeitos de *spillover* e encadeamentos, que surgem nas formas de redução nos custos de fornecimento de insumos, formação de mercado regional de trabalho especializado e facilidade de acesso a informações relevantes às novas tecnologias (LEMOS *et alii*, 2005b). Além disso, os transbordamentos de conhecimento não se distribuem de forma equânime entre as regiões, estão reunidos onde a produção é também geograficamente concentrada. O conhecimento tecnológico gerado pelas firmas determinará a distribuição espacial da produção, assim como da inovação (MONTENEGRO *ET AL.*, 2011).

O espaço geográfico pode ser considerado o meio pelo qual o efeito transbordamento acontece e promove a trajetória de inovação através da aglomeração das empresas que se localizam num mesmo espaço para aproveitarem o conhecimento tácito e não codificado (MONTENEGRO *ET AL.*, 2011).

A economia do conhecimento tem sido associada a externalidades. Para Audretsch e Feldman (1996), o conceito de economias de aglomeração (*clusters*) possui como aspecto principal a proximidade territorial de agentes econômicos, políticos e sociais, e envolve diversos tipos de externalidades, que explicam tanto a aglomeração espacial da produção quanto da inovação, evidenciando a correlação entre concentração espacial da produção e da inovação.

Arrow (1962) identificou externalidades associadas ao conhecimento, como resultado do seu uso não-exclusivo e não-rival. No entanto, Arrow e outros acadêmicos deram pequena importância à dimensão geográfica desses *spillovers* de conhecimento (AUDRETSCH e ALDRIGDE, 2010). Em particular, muitos autores têm assumido implícita ou explicitamente, que as externalidades de conhecimento são tão convincentes que não há razão para que o conhecimento deva parar de transbordar apenas por causa de fronteiras, como um limite de cidade, estado ou linha de fronteira nacional. A proximidade

geográfica favoreceria a transmissão intrassetorial de conhecimento e a especialização, por sua vez, encorajaria maior transmissão e troca de conhecimento, ideias e formação, seja tácita ou codificada, e facilitaria o processo de imitação de produtos e processos, além de incrementar as interações de negócios e circulação interfirmas de pessoal qualificado (MONTENEGRO ET AL., 2011).

Há três meios para a condução desses *spillovers*: primeiro, através do setor científico e seu estoque de conhecimento geral e tecnológico; segundo, através do conjunto de conhecimentos específicos da empresa; e terceiro, através das relações entre empresas e universidades (FISCHER, 2001).

Para Audretsch (1998), a inovação é mais concentrada nas indústrias em que os transbordamentos de conhecimento são prevaletentes. Habilidades e alto nível de capital humano também aumentam o efeito transbordamento. Nesse sentido, o autor destaca que os fluxos de conhecimento concentrados nas grandes cidades são justificados pelo grande acúmulo de profissionais qualificados, fornecedores e ampla rede de instituições de pesquisa regionais, como universidades e agências de fomento à pesquisa.

Para Lundvall (1993), a proximidade geográfica e cultural dos agentes do processo inovativo e a existência de uma rede institucionalizada de relações entre usuários e produtores, mesmo que seja informal, constituem uma fonte importante da capacidade de *catch-up*, bem como de diversidade e vantagens comparativas, da mesma forma que a oferta local de aptidões administrativas e técnicas e o acúmulo de conhecimento tácito.

2.4 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA INOVAÇÃO NO BRASIL

Como tema central para o desenvolvimento produtivo do país, a transformação da indústria via inovação tem sido requerida mais sistematicamente nos últimos anos para promover maior desenvolvimento econômico e aumento na geração de renda. O Estado vem criando políticas mais concisas de incentivo à inovação, com o objetivo de engajar as empresas numa mudança de posicionamento na capacidade de desenvolver e implementar novas tecnologias.

Tais políticas de desenvolvimento industrial, baseadas em inovação e diferenciação de produto, tem se mostrado positivas para o crescimento das firmas brasileiras (SALERNO e KUBOTA, 2008). Entretanto, o envolvimento de pequenas firmas nas atividades de inovação e a falta de continuidade nos processos de patenteamento das inovações revelam o baixo grau das atividades de P&D realizados pela indústria no geral (DE NEGRI *et alii*, 2005).

Segundo Gonçalves (2007a), o principal determinante do esforço inovador no Brasil é a firma, principalmente as grandes empresas. As inovações no Brasil estão condicionadas ao território, enfatizando a grande dificuldade dos ambientes periféricos em gerar inovação por causa da fragilidade dos seus atores e da pobreza dos seus atributos regionais, redundando em poucas externalidades favoráveis à inovação. Sob a perspectiva da inserção externa, as exportações possuem papel de destaque na indução de inovações brasileiras, enquanto que as políticas públicas, especialmente as de inovação, devem ser centradas nos atores, mas não podem abandonar a construção da “capacidade de absorção social mínima” do ambiente periférico.

Característica da formação do setor industrial brasileiro, o esgotamento do modelo de substituição de importações dificultou a possibilidade de desenvolver a capacidade tecnológica nacional pelas transformações institucionais ocorridas nas décadas de 80 e 90. Desse modo, a grande participação de empresas estrangeiras nesse processo abreviou os passos da industrialização e facilitou a transferência de tecnologia. Mas para as empresas de capital nacional, esse acesso à tecnologia deu-se somente através da importação de máquinas e equipamentos (PACHECO, 2007).

Para Gonçalves (2007a), as firmas industriais brasileiras, em termos de sua capacidade de introduzir novos produtos para o mercado doméstico, dão importância à aquisição externa de tecnologia através de compra de P&D, ao licenciamento, à compra de *know-how*, patentes, marcas registradas, serviços de consultoria e aos acordos de transferência de tecnologia. Entretanto, são frágeis quanto à capacidade de realização interna de P&D, tendo em vista que a prestação de serviços de terceiros nessa área possui importância, medida em

termos de probabilidade marginal, quatro vezes maior que o esforço interno de P&D.

Uma característica da inovação no Brasil, que é comum em outros países de industrialização tardia, é que a realização interna de pesquisa e desenvolvimento não é a principal forma de adquirir capacidade técnica. Em tais países, a absorção de técnicas desenvolvidas em países líderes em tecnologia é uma particularidade da mudança tecnológica, e é feita através da compra de máquinas e equipamentos ou de outros conhecimentos externos através de patentes, licenças e *know-how* (DE NEGRI *et alii*, 2005).

As particularidades de países como Brasil, em termos de industrialização, podem ser exemplificadas na presença de filiais de multinacionais, que possuem um significativo peso no processo de apropriação intelectual (PENROSE, 1973). Ao transferirem tecnologias mais simples, tais empresas não exigem mais do que o uso eficiente de capacitações existentes nos países em que se instalaram. Para Gonçalves (2007b), isso cria dependência de transferência de conhecimento, isolando tecnologicamente países e regiões periféricas.

Quanto à questão de políticas públicas de inovação, o que se tem no Brasil é algo recente, resultante de legislações da década de 1990 que alteraram a visão de que ciência e tecnologia, no país, era atividade quase exclusiva de institutos e universidades públicas.

O estímulo às atividades de pesquisa e desenvolvimento é legislado principalmente sob a forma de incentivos fiscais de naturezas diversas. A primeira lei sobre o tema, em 1993, dispôs sobre concessões fiscais para a capacitação tecnológica da indústria e da agropecuária e não tinha o propósito específico de gerar inovação.

As proposições de leis anteriores a 1999 foram importantes para a regulação das atividades de ciência e tecnologia, entretanto, quase não afetaram a estrutura de incentivos à inovação, fomento e financiamento às atividades inovadoras.

O marco legal brasileiro para inovação está alicerçado, resumidamente, sobre a Lei de Inovação Federal (Lei Federal n.º 10.973 de 02.12.2004), Leis estaduais de inovação e a Lei do Bem (Lei Federal n.º 11.196 de 21.11.2005).

A Lei de Inovação Federal dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, estabelecendo medidas de fomento à capacitação com a finalidade de obter autonomia tecnológica e desenvolvimento industrial do país. Os principais pontos são: a autorização para incubação de empresas em Institutos de Ciência e Tecnologia (IC&T); a permissão para que empresas privadas utilizem laboratórios, equipamentos e instrumentos de IC&T; a facilitação do processo de patenteamento e transferência de tecnologia dos IC&T; a autorização de subvenções econômicas para empresas; concessão de incentivos fiscais para estimular inovações tecnológicas; autorização da participação minoritária do capital de empresas de pesquisa energética; autorização para a instituição de fundos mútuos de investimento em empresas cuja atividade principal seja a inovação tecnológica (Lei Federal n.º 10.973 de 02.12.2004).

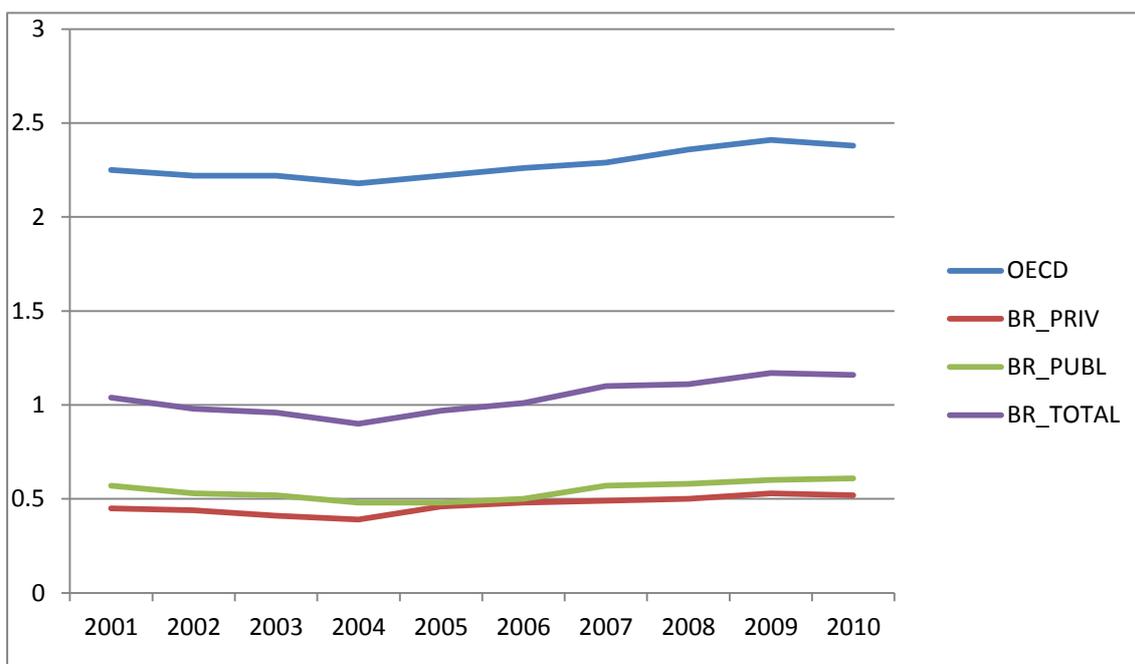
A intenção de fomentar a inovação de maneira justa no espaço geográfico é demonstrada ainda na Lei da Inovação, que estabelece que sejam priorizadas, nas regiões menos desenvolvidas do país e na Amazônia, ações que visem a dotar a pesquisa e o sistema produtivo regional de maiores recursos humanos e capacitação tecnológica, assim como assegurar tratamento favorecido a empresas de pequeno porte e dar prioridade às empresas que invistam em pesquisa e desenvolvimento no país, nos casos de aquisição de bens e serviços pelo Poder Público.

As características de assimetria do sistema de inovação brasileiro são conhecidas e tem sido descritas através do confronto entre bons indicadores acadêmicos e índices relativamente piores quanto às atividades de P&D do setor privado.

Para Pacheco (2003), a consolidação da pós-graduação corresponde a um grande esforço de qualificação de pessoal e fortalecimento da pesquisa acadêmica que deveria ter sido acompanhada pelo fortalecimento tecnológico das empresas. Essa dimensão foi sempre a parte frágil do modelo e sua debilidade.

Em 2001, o gasto total do Brasil com P&D era de 1,04% do PIB. Segundo Pacheco (2003), um esforço compatível com as dimensões da economia brasileira, mas muito concentrado no setor público.

Figura 1 – Comparativo entre a relação gasto com P&D/ PIB dos países da OECD e os gastos com P&D/ PIB do Brasil, desagregado em público e privado



Fonte: elaboração própria com base nos dados disponibilizados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (www.mcti.gov.br)

Para que haja o aumento do gasto privado, é necessário uma ação indutora do setor público, quer na forma de incentivos fiscais, quer na forma de encomendas ou apoio direto à inovação. E também o reforço às externalidades do conhecimento e forte ênfase na cooperação entre empresas e instituições do sistema de inovação (PACHECO, 2003). Isto porque é reconhecido que os mecanismos de mercado são ineficientes para viabilizar um patamar adequado de gasto, exigindo um papel ativo dos governos, na forma de parcerias público-privado, fomento direto e incentivos fiscais.

2.5 EVIDÊNCIA EMPÍRICA DOS DETERMINANTES DA INOVAÇÃO: TRABALHOS EMPÍRICOS RELACIONADOS

Existe uma vasta literatura empírica sobre os determinantes da inovação nos territórios. São trabalhos que buscam, de maneira geral, encontrar e medir as influências de determinados componentes econômicos, sobretudo externalidades, na geração de inovação tecnológica (FELDMAN e AUDRETSCH, 1999; FELDMAN e FLORIDA, 1994; GREUNZ, 2002; JAFFE, 1989; JAFFE *et alii*, 1993).

Os trabalhos que relacionam o processo de inovação e as externalidades de aglomeração produtiva não chegam, contudo, a uma conclusão única quanto ao efeito da especialização e da diversificação das estruturas locais sobre a capacidade de geração de inovação. A heterogeneidade dos territórios faz com que seja preciso analisar os principais setores tecnológicos de cada região, para que assim consiga-se captar corretamente as externalidades da inovação de cada localidade (CABRER-BORRÁS e SERRANO-DOMINGO, 2007; FELDMAN e AUDRETSCH, 1999).

Co (2002) ao pesquisar se os gastos em P&D aumentam a geração de inovação, concluiu que a P&D universitária não contribui para o aumento da inovação. O autor estimou o modelo por dados em painel para os estados dos EUA, no período de 1963 a 1997 e 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 todos os estados.

As variáveis renda *per capita*, disponibilidade de trabalhadores qualificados e diversos setores ligados à área tecnológica favorecem a geração de inovação através dos gastos em P&D. Segundo a pesquisa, as inovações geradas por uma única atividade industrial podem ser utilizadas por outros setores da indústria, aumentando ainda mais a estrutura industrial.

A fim de identificar os determinantes da inovação na Alemanha, Bode (2004) propôs diversas especificações para captar os *spillovers* de conhecimento entre as regiões.

As variável dependente utilizada foi o número de patentes das firmas no ano de 1998 e como variáveis explicativas, o modelo apresentou: a quantidade de empregos em P&D em 1997; o estoque de conhecimento específico sendo sua *proxy* a defasagem da variável de empregos em P&D (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 de 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.

O autor conclui que apenas regiões com poucos pesquisadores e com baixa geração de inovação beneficiam-se dos *spillovers* regionais de conhecimento tecnológico.

Koo (2005) estudou os efeitos transbordamento de conhecimento tecnológico em regiões metropolitanas dos EUA e o quanto esses efeitos são importantes para as atividades econômicas das firmas.

O autor utilizou os gastos em P&D realizados pelas firmas como variável dependente e também como *proxy* dos transbordamentos de conhecimento. As variáveis explicativas utilizadas foram aglomeração das firmas, índice de especialização, índice de diversificação e competição local das firmas.

Os resultados mostraram que quanto mais especializadas forem as firmas, mais favorecidos serão os transbordamentos de conhecimento tecnológico e setores industriais mais intensivos em conhecimento são mais suscetíveis a esses transbordamentos. Entretanto, a aglomeração das firmas, a diversificação e o aumento da competição local não contribuem para o efeito *spillover* de conhecimento tecnológico.

Feldman e Audretsch (1999), em trabalho sobre a composição da atividade econômica nos EUA, através das invenções patenteadas, utilizada como *proxy* da inovação. O modelo tinha a pretensão de captar os efeitos das externalidades de diversificação e/ou especialização.

Os autores utilizaram as seguintes variáveis explicativas na regressão: gastos em P&D da firma ao quadrado e as medidas de diversificação e de especialização da produção. Como variável dependente do modelo, utilizou-se o total do número de inovações da firma.

Verificou-se que há uma relação positiva entre os gastos em P&D e a inovação. O coeficiente da variável gastos com P&D negativo sugere que, embora a inovação tenha tendência de responder positivamente ao aumento de investimentos em insumos de P&D, o dobro deste insumo resulta em decréscimo da inovação, revelando a restrição tecnológica da firma.

O resultado geral da pesquisa informa que quando há especialização do setor industrial, a geração de inovação é menor do que a geração de inovação causada pela diversificação dos setores industriais.

Paci e Usai (2000) trabalham com o questionamento sobre a concentração geográfica das atividades produtivas e investigaram o papel das externalidades de especialização e diversificação na aglomeração das atividades inovativas italianas. Mais especificamente, identificaram em que medida o grau de especialização e diversificação podem afetar o produto resultante de uma firma inovadora em determinado local. O objetivo desse trabalho é analisar o processo de localização espacial das atividades inovativas através da investigação direta de seus principais determinantes e, mais especificamente, o papel controverso da especialização e diversificação produtiva.

Os resultados mostraram que a distribuição espacial das atividades inovativas entre os distritos locais da Itália é afetada tanto por externalidades de especialização, quanto por externalidades de diversificação. Entretanto, 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 nos pequenos distritos e em setores de baixa tecnologia.

Os resultados de Feldman e Florida (1994) comprovam que a inovação, nos estados do EUA, está associada às concentrações geográficas dos componentes P&D industrial, da pesquisa universitária e de firmas com

maiores relações intersetoriais. Para esses autores, a inovação tem sua origem numa estrutura espacial e social ampla, definida por um conjunto aglomerado de instituições econômicas e sociais sinérgicas, que compõe a infra-estrutura tecnológica nos EUA.

Para estas conclusões, os autores utilizaram como variável dependente o número de inovações para o setor de atividade do estado e como variáveis explicativas, a pesquisa universitária, o esforço industrial em P&D, o índice de concentração geográfica, a população de cada estado, a presença de firmas que possuem atividades relacionadas entre si e o valor das vendas das indústrias de cada estado.

Cabrer-Borás e Serrano-Domingo (2007) avaliaram os padrões espaciais de inovação e sua interdependência e evolução nas regiões da Espanha. Utilizaram-se da técnica econométrica espacial de dados em painel num modelo de efeitos fixos, entre os anos de 1989-2000.

A variável dependente da regressão estimada foi o número de patentes depositadas no ano de 1995, dividido pelo VTI, utilizada como *proxy* do produto inovador, defasagem temporal para a inovação, número relativo de empregados que possuem ao menos o ensino médio, gastos com P&D divididos 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 encontrados indicaram que a inovação regional é diretamente afetada pelo esforço gasto em P&D, além do estoque de capital humano. Além disso, os autores salientaram que a proximidade comercial entre as regiões favorece consideravelmente o aproveitamento dos *spillovers* de conhecimento regionais.

Outro resultado relevante desse trabalho foi sobre a origem e os efeitos do processo de inovação. Quando a região é considerada periférica e existe investimento em P&D por parte do governo, percebeu-se a coexistência dos dois tipos de externalidades: de especialização e diversificação. Dessa forma,

políticas industriais e regionais podem ser bem sucedidas ao incentivar a especialização das economias, com finalidade de gerar inovação local.

Bilbao-Osorio e Rodríguez-Pose (2004) atentaram-se para o questão inovação e crescimento econômico para as regiões da União Européia. Os resultados encontrados mostraram que investimento em P&D e o investimento em ensino superior nas regiões consideradas periféricas são positivamente associados à inovação.

Para isso, os autores utilizaram o logaritmo da média do número de depósito de patentes *per capita* para cada região, entre os anos de 1995 e 1998, como variável dependente. O intuito foi minimizar os efeitos das flutuações anuais, o que se torna relevante na comparação das regiões com baixo valor de depósito de patentes.

A estimação contou como variável explicativa, o PIB *per capita* das regiões, o investimento (público e privado) em P&D nas instituições, qualificação escolar da população, estrutura econômica (percentagem da população que trabalha no setor de alta tecnologia e no setor de serviços) e a taxa de emprego da população.

Como era intenção desse trabalho também verificar a existência de diferenças entre os padrões de inovação e crescimento econômico nas regiões chamadas por eles de periféricas e não-periféricas, os autores concluem que as forças de associação entre P&D e a inovação estão subordinadas às características sócio-econômicas específicas de cada região. São essas características que fazem com que as regiões sejam classificadas em periféricas e não-periféricas. Desse modo, esse tipo de caracterização atinge diretamente a capacidade de cada localidade em transformar gastos com P&D em inovação e, por sua vez, transformar inovação em crescimento econômico.

Gonçalves e Almeida (2009) analisaram os determinantes da capacidade regional inovativa de microrregiões brasileiras e identificaram que, para o Brasil, prevalece a hipótese de Jacobs (1969). A variável dependente adotada consistiu no depósito de patentes dividido pela população, entre 1999-2001. Como determinantes, foram utilizadas as seguintes variáveis

explicativas: capacidade de pesquisa universitária, escolaridade da população adulta, valor agregado das 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 mostram que o grau de especialização das indústrias nas microrregiões possui coeficiente negativo e significância apenas ao nível de 10%. O efeito transbordamento é fator determinante para a geração de inovação regional, demonstrando a difusão do conhecimento tecnológico em territórios contíguos.

Montenegro *et al* (2011) avaliaram quais são os determinantes da atividade inovativa nas microrregiões do estado de São Paulo e em que medida o grau de especialização ou diversificação pode afetar o desempenho inovador regional. Além dessas variáveis, outros fatores determinantes considerados nesta pesquisa são a capacidade de realização de pesquisa e desenvolvimento (P&D), o nível de escolaridade e a defasagem temporal da inovação em cada microrregião geográfica do estado.

Por meio da Análise Exploratória dos Dados Espaciais (AEDE), os autores conseguiram captar os padrões espaciais dos *clusters* de microrregiões inovadoras e concluíram que existe autocorrelação espacial entre as microrregiões paulistas. Ao utilizarem modelos de dados em painel espaciais, foi possível conjugar a dimensão espacial e temporal no estudo sobre a evolução do processo inovativo em São Paulo. Assim, uma das conclusões do trabalho é que, no período de 1997-2003, houve espraiamento da atividade tecnológica em direção ao interior paulista, corroborando a ideia de que a capacidade inovadora está localizada em cidades de porte médio, que dispõem de estruturas industriais especializadas.

Os autores concluem que a inércia temporal da atividade inovativa em São Paulo é importante para o processo inovador, assim como a presença de clusters industriais especializados mostrou-se um fator determinante muito mais relevante para a inovação do que a diversificação produtiva. A respeito do

efeito transbordamento espacial da atividade tecnológica, concluíram que é suficientemente importante para a geração de inovação nas microrregiões.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Para melhor compreender o fenômeno econômico a que esta pesquisa se dedica, as metodologias utilizadas serão as técnicas de Análise Exploratória dos Dados Espaciais (AEDE) e de econometria espacial.

Os determinantes da inovação foram analisados neste trabalho sob a luz da função de produção do conhecimento desenvolvida por Griliches (1979) e modificada por Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007) em pesquisa similar para regiões da Espanha.

Os autores deste último trabalho preocuparam-se em controlar a endogeneidade temporal decorrente da inclusão da variável dependente defasada no conjunto das variáveis explicativas, com o intuito de se verificar se havia uma trajetória pré-estabelecida (*path-dependent*) na geração de inovação nas regiões selecionadas. Ou seja, a variável dependente defasada no tempo tem por objetivo explicar se a atual quantidade de inovação gerada é consequência da geração de inovação no período passado.

As variáveis explicativas do modelo refletem exatamente as questões teóricas que permeiam o trabalho. Como o intuito é de verificar em que medida as externalidades de especialização e de diversificação contribuem com a geração regional de inovação tecnológica, foram incluídas no modelo as variáveis S_t e D_t . A inclusão dessas duas variáveis pretende captar, simultaneamente, os graus de especialização e diversificação regional uma vez que esses indicadores não são mutuamente exclusivos, ou seja, uma região pode ser diversificada e especializada ao mesmo tempo (KOO, 2005; PACI e USAI, 2000).

Dessa forma, a geração de inovação foi formalizada desse modo:

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

Onde I_t representa a inovação gerada na microrregião i no período t , I_{t-1} é a variável dependente defasada em um período, E_t é a dotação de capital humano das regiões, CT_{t-1} é a variável que reflete os gastos com ciência e tecnologia (P&D e áreas correlatas) do estado defasados em um período, S_t é a variável que representa as externalidades de especificação e D_t representa

as externalidades de diversificação. As variáveis e a base de dados serão melhores analisadas na seção 5.

3.1 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS ESPACIAIS

A análise exploratória é uma ferramenta capaz de auxiliar no processo de especificação dos modelos de econometria espacial. É uma espécie de ponto de partida antes de seguir para a análise confirmatória ou a modelagem econométrica propriamente dita (ALMEIDA, 2012).

Métodos econométricos mais tradicionais, como as regressões múltiplas, não são formas adequadas de tratar dados georeferenciados, visto que não são apropriados para detectar agrupamentos e padrões espaciais significativos (GONÇALVES, 2007a).

A AEDE é um conjunto de técnicas que descrevem e ilustram distribuições espaciais, identificando assim localidades atípicas (*outliers* espaciais), descobrindo padrões de associação espacial e sugerindo regimes espaciais e outras formas de instabilidade espacial. O paradigma dessa análise é baseado na intenção de deixar os dados falarem por si e com finalidade de impor o mínimo de estrutura prévia sobre eles quanto possível. (ANSELIN, 1999).

Nesta pesquisa, o que se pretende descobrir com a AEDE é se o comportamento da geração de inovação é distribuído aleatoriamente ou se segue um padrão espacial sistemático entre os estados brasileiros.

A primeira etapa desse tipo de análise deve ser o teste da hipótese de que os dados espaciais estão distribuídos aleatoriamente. De modo intuitivo, aleatoriedade espacial significa que os valores de um atributo numa região não dependem dos valores deste atributo nas regiões vizinhas.

Esse padrão de distribuição dos valores no espaço pode ser resumido pelo coeficiente de autocorrelação espacial, que descreve um conjunto de dados que estão ordenados numa dada sequência espacial (ALMEIDA, 2012).

Para Anselin e Bera (1998), autocorrelação espacial significa a ocorrência da observação de valores similares em localidades próximas ou a ocorrência de valores dissimilares em torno de um valor de referência. Ou seja, os valores altos e baixos de uma variável qualquer tendem a agrupar-se no espaço, configurando autocorrelação espacial positiva, ou localidades tendem a ser rodeadas por vizinhos com valores diferentes, caracterizando autocorrelação espacial negativa.

A ocorrência de autocorrelação espacial entre os dados georeferenciados faz com que haja a possibilidade de haver os efeitos de transbordamento espacial, havendo nesses casos a influência de uma variável localizada em uma região nas regiões vizinhas.

Outro efeito da autocorrelação espacial é a presença da heterogeneidade espacial, na qual as relações entre as variáveis não permanecem as mesmas ao longo do espaço, isso porque as unidades espaciais não são semelhantes quanto a forma, tamanho e densidade – o que pode gerar erros de medidas. Tal situação conota a existência de regimes espaciais diferentes e má especificação do modelo aplicado.

3.2 A PONDERAÇÃO ESPACIAL

A escolha da matriz de pesos espaciais (ou matriz W) tem por principal finalidade a viabilização da abordagem paramétrica das relações de dependência espacial. Através dessa escolha, é imposto um arranjo para a ocorrência das interações espaciais entre as regiões na forma matricial.

De acordo com Almeida (2012), regiões mais conectadas entre si interagem mais do que regiões menos conectadas. Cada conexão entre duas regiões é representada numa célula da matriz W , sendo denominada de peso espacial. O importante é estabelecer uma medida factível capaz de mensurar corretamente o grau de conexão entre as regiões. Tais medidas podem ser de caráter geográfico, sócioeconômico ou, ainda, qualquer outro critério relevante para o fenômeno a ser analisado.

Entretanto, a escolha da matriz de pesos espaciais é bastante controversa por não haver um critério consiso para a justificativa da mesma. Muitas vezes a escolha da matriz W é arbitrária e também existe o problema da sensibilidade dos resultados à escolha da matriz.

De acordo com Almeida (2012), a matriz de ponderação espacial deveria ser construída com o intuito de capturar toda a autocorrelação espacial subjacente ao fenômeno em estudo. Entretanto, a escolha da matriz W se justifica mais por tentativa e erro do que por algum teste formal para a determinação da matriz ótima. Até mesmo porque, não consta na literatura a existência desse tipo de teste e isso faz com que haja controvérsias a respeito de que alterações na escolha da matriz de pesos espaciais influenciam as inferências e estimativas.

Para LeSage e Pace (2010), tal hipótese seria um mito que perpetua a ideia da necessidade de ajustamento das especificações da matriz W , porque as estimativas e inferências podem ou não ser sensíveis a pequenas mudanças nessas especificações. Para os autores, a alteração da matriz de pesos espaciais pode causar mudanças nas medidas de dispersão (estatística t), mas não causaria diferenças significativas nos coeficientes β . De modo geral, conclui-se que a existência de sensibilidade a mudanças na matriz W pode indicar erro na especificação do modelo.

Se o mito fosse comprovado, então modelos de regressão espacial poderiam ser considerados mal-condicionados e representariam um método fora de propósito para a análise de relações envolvendo dados espacialmente dependentes (LESAGE e PACE, 2010).

Para a efetiva escolha da matriz de ponderação espacial, tentando amenizar a escolha arbitrária, utilizou-se o critério descrito por Baumont (2004), sendo criadas matrizes espaciais do tipo *queen*, do tipo torre e de k vizinhos mais próximos ($k=1$, $k=2$, $k=3$, $k=4$, $k=5$, $k=10$, $k=15$ e $k=20$) e escolhida aquela com maior I de Moran significativo.

No caso desta pesquisa, a matriz escolhida foi a matriz de distância geográfica dos $k=2$ vizinhos mais próximos. A ideia básica é a de que regiões

mais próximas geograficamente tem maior interação espacial. Trata-se de uma matriz binária cuja convenção de proximidade é baseada na distância geográfica, medidas em quilômetros ou milhas. Formalmente:

$$W_{ij}(K) = \begin{cases} 1 & \text{se } d_{ij} \leq d_i(K) \\ 0 & \text{se } d_{ij} > d_i(K) \end{cases} \quad (2)$$

em que d_{ij} é a distância de corte para a região i , especificamente, a fim de que esta região i tenha k vizinhos.

Segundo Almeida (2012), a vantagem deste tipo de convenção é combater o desequilíbrio da conectividade de uma matriz, pois todas as unidades espaciais terão o mesmo número de vizinhos. Além disso, ao adotar esse tipo de matriz, é garantido que todas as regiões terão vizinhos, ou seja, não haverá “ilhas”.

Há de se atentar ao fato de que a influência dos vizinhos não é a mesma sobre a região i , sendo, aliás, diferente dependendo do inverso da distância que os separa (ALMEIDA, 2012).

A adoção desta matriz W não exime a arbitrariedade na escolha dos pesos espaciais, já que não há claras indicações de quantos vizinhos devem ser considerados. Para capturar o máximo de autocorrelação espacial contida no fenômeno, Baumont (2004) indica que seja primeiro feita a regressão por mínimos quadrados ordinários (MQO), depois que os resíduos sejam testados para a autocorrelação espacial através do I de Moran, utilizando L matrizes de k vizinhos mais próximos e variando de $k=1$ a $k=20$. Por último, a definição do número de vizinhos deve obedecer ao critério do maior valor do I de Moran, significativo estatisticamente.

3.3 AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL GLOBAL UNIVARIADA

O cálculo da autocorrelação espacial permite analisar se os dados espaciais estão distribuídos aleatoriamente. Pode-se construir um coeficiente de autocorrelação espacial tendo-se necessariamente três elementos: uma

medida de covariância, uma medida de variância dos dados e uma matriz de ponderação espacial (W).

As estatísticas de autocorrelação espacial mais adotadas na literatura são o I de Moran, c de Geary e G de Getis-Ord.

Matricialmente, a estatística I de Moran pode ser descrita como:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{z'Wz}{z'z} \quad (3)$$

em que n é o número de regiões, z denota os valores da variável de interesse padronizada, Wz representa os valores médios da variável de interesse padronizada nos vizinhos, definidos segundo uma matriz de ponderação espacial W . Um elemento dessa matriz, referente à região i e à região j , é registrado como W_{ij} . S_0 é igual à operação $\sum \sum W_{ij}$, significando que todos os elementos da matriz de pesos espaciais W devem ser somados (ALMEIDA, 2012).

O coeficiente I de Moran tem valor esperado $E(I) = -[1/(n-1)]$, ou seja, o valor que seria obtido se não houvesse padrão espacial nos dados. Valores de I maiores do que o valor esperado denotam autocorrelação espacial positiva, enquanto que os valores de I menores do que o valor esperado conotam autocorrelação espacial negativa.

A autocorrelação, positiva ou negativa, está relacionada à similaridade ou dissimilaridade dos valores das variáveis entre as regiões. Ou seja, regiões com alto número de patentes *per capita* tendem a estar circundados por regiões com alto número de patentes *per capita* também, no caso de um coeficiente que indique autocorrelação espacial positiva. Em casos nos quais o coeficiente de autocorrelação espacial seja negativo, regiões com baixo número de patentes *per capita* tenderão a ser vizinhas de regiões com alto número de patentes *per capita*.

A significância estatística do I de Moran pode ser verificada de duas maneiras. A primeira forma é assumir o pressuposto da normalidade, isto é, assumir que a variável padronizada, $Z(I)$, tem uma distribuição amostral que

segue uma distribuição normal com média zero e variância unitária. A fórmula para $Z(I)$ é descrita a seguir:

$$Z(I) = \frac{[I - E(I)]}{\sigma(I)} \quad (4)$$

em que $E(I)$ e $\sigma(I)$ são, respectivamente, o valor esperado e o desvio padrão teórico de I .

A segunda forma é a permutação aleatória que, segundo Almeida (2012), assume como aleatório o mecanismo estocástico gerador dos dados espaciais, e o padrão dos dados observados é simplesmente um de muitas possíveis realocações das n observações em n locações.

O coeficiente I de Moran fornece, em resumo, três informações importantes. O nível de significância da estatística mostra se os dados estão ou não distribuídos aleatoriamente. O sinal do coeficiente, desde que significativo, indica a concentração (sinal positivo) e a dispersão (sinal negativo) através das regiões. A magnitude da estatística fornece a força da autocorrelação espacial. Quanto mais próximo de 1 for o valor do coeficiente I , mais concentrados estão os dados. Quanto mais próximos de -1, estão mais dispersos no espaço.

O diagrama de dispersão de Moran é outra forma de visualizar a autocorrelação espacial. De maneira gráfica, o diagrama mostra a defasagem espacial da variável de interesse no eixo vertical e o valor da mesma variável (não defasada espacialmente) no eixo horizontal. Assim, o gráfico mostra a dispersão da nuvem dos pontos que representam as regiões, com a indicação da declividade da reta de regressão.

Esse diagrama fornece, além da medida de autocorrelação espacial global, o tipo de associação espacial a qual os dados pertencem. Através dos quadrantes do gráfico, pode-se visualizar se determinada região possui vizinhos com número de patentes *per capita* similares ou dissimilares, revelando, portanto, se os dados estão correlacionados entre si positivamente ou negativamente.

C DE GEARY

Do mesmo modo que o coeficiente I de Moran, a estatística c de Geary fornece informações a respeito da autocorrelação espacial. O nível de significância revela se existe a autocorrelação espacial ou não. O valor do coeficiente, se estiver compreendido entre zero e um, está associado a autocorrelação espacial positiva; se estiver entre um e dois, o valor indica que a autocorrelação é negativa. Ainda sobre a magnitude da estatística c de Geary, quanto mais próxima de zero, maior é a autocorrelação espacial positiva, enquanto que quanto mais próxima de dois, maior é a autocorrelação espacial negativa.

G DE GETIS-ORD

Esse coeficiente possui uma restrição relevante, uma vez que só pode ser calculado caso a variável de interesse tiver apenas valores positivos. Sua interpretação também difere das estatísticas apresentadas previamente (*I* e *c*).

Valores positivos da estatística *G* denotam que uma região com alto valor de patentes *per capita* está positivamente correlacionada com as regiões vizinhas, ou seja, que também possuem altos valores de patentes *per capita*. Já quando *G* for negativo, pode-se concluir que a região possui baixo valor de patentes *per capita* e está rodeada por regiões que apresentam baixo valor de patentes *per capita*.

3.4 AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL GLOBAL MULTIVARIADA

A ideia da mensuração da correlação espacial entre a variável de interesse e de sua defasagem espacial pode ser estendida para o caso de duas ou mais variáveis. Intuitivamente, ao calcular a autocorrelação espacial multivariada, o que se pretende é verificar se os valores de determinada variável em certa região são afetados por outras variáveis observadas em regiões vizinhas.

A estatística I de Moran é calculada de maneira a incorporar mais de uma variável, sendo uma versão multivariada do coeficiente apresentado anteriormente.

A interpretação para o coeficiente multivariado pode ser exposta de maneira semelhante à interpretação do coeficiente univariado, isto é, localidades que apresentam o coeficiente I positivo estão rodeadas por localidades com valores similares para determinado conjunto de variáveis. No caso deste estudo, por exemplo, o I de Moran multivariado pode revelar que um estado com alto valor de patentes per capita está circundado por estados que apresentem alto valor de diversificação industrial. De maneira análoga, o coeficiente I negativo indica uma dissimilaridade dos valores de duas ou mais variáveis entre as localidades.

3.5 AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL LOCAL

Ao se calcular a autocorrelação espacial global, busca-se precisar o modo como os dados estão agrupados ou dispersos espacialmente: aleatoriamente ou não. Entretanto, as estatísticas de autocorrelação espacial global não tem capacidade de identificar a ocorrência de autocorrelação espacial local, estatisticamente significativas. A visão local desse coeficiente busca indicar padrões de associação local, como *clusters* ou *outliers* espaciais.

Esse tipo de coeficiente pode ser calculado pelas estatísticas G_i de Getis e Ord e pelo I de Moran local (*Local Indicator of Spatial Association – LISA*).

A estatística G_i é baseada num indicador de concentração espacial e é útil para os casos em que a estatística global não consegue alertar o pesquisador para eventuais bolsões localizados de concentração espacial (ALMEIDA, 2012). Para cada observação i , a estatística G_i indica em que medida esta observação está rodeada por altos valores (*hot spot*) ou baixos valores (*cool spot*) de patentes *per capita*, conforme a fórmula:

$$G_i = \frac{\sum_j w_{ij} y_j}{\sum_j y_j} \text{ para } j \neq i \quad (5)$$

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

O cálculo de G_i , junto com seu nível de significância, e o valor da probabilidade associado a ele, para cada região fornece uma grande quantidade de informações. Valores positivos e significativos do coeficiente indicam a existência de um *cluster* espacial com altos valores e, por sua vez, valores negativos e significativos de G_i indicam *clusters* de valores baixos.

O I de Moran local, ou indicador LISA, proposto por Anselin (1995), possui a capacidade de capturar padrões locais de autocorrelação espacial, estatisticamente significativos e será qualquer estatística que satisfaça os critérios de que para cada observação exista uma indicação de *clusters* espaciais, significativos estatisticamente, de valores similares em torno da vizinhança de uma determinada observação e de que o somatório dos LISAs, para todas as localidades, será proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global.

A interpretação desse coeficiente representa uma indicação do grau de associação linear, positiva ou negativa, entre o valor de uma determinada variável em certa localidade i e a média de uma outra variável nas localidades vizinhas.

3.6 ANÁLISE DOS *OUTLIERS* GLOBAIS E LOCAIS

Por definição, *outliers* são as observações que não seguem o mesmo padrão que a maioria dos dados da amostra. Podem ser distinguidos entre *outliers* globais e *outliers* locais.

Observações muito dissimilares (valores mais baixos ou mais altos) dentro de uma amostra são chamadas *outliers* globais, que podem ser identificados através das estatísticas G_i ou I .

As observações que não seguem o mesmo padrão de dependência espacial do que a maioria dos dados da amostra são os *outliers* locais ou *outliers* espaciais. A ocorrência desse tipo de dados pode exercer uma

influência espúria sobre a medida global de autocorrelação espacial, podendo deturpar a estimativa do teste (ALMEIDA, 2012). Além disso, pode significar, segundo Anselin (1996), má especificação da matriz W ou de inadequada escala espacial dos dados.

Outliers locais não devem ser confundidos com pontos de alavancagem, que são dados que seguem o mesmo padrão de dependência espacial mas que, em termos de valores, são muito diferentes do restante da amostra e por isso, exercem uma influência exagerada sobre o grau de associação espacial.

Tanto os *outliers* quanto os pontos de alavancagem podem ser identificados pelo diagrama de dispersão de Moran, como será visto na seção de discussão dos resultados.

4 MODELO DE REGRESSÃO COM DADOS EM PAINEL

De acordo com a literatura tradicional, quando há endogeneidade das variáveis explicativas, as estimações por mínimos quadrados ordinários (MQO) se tornam viesadas e inconsistentes, ou seja, mesmo com o aumento substancial da amostra os coeficientes não se tornam significativos. Para Cameron e Trivedi (2005), endogeneidade existe quando, independentemente dos efeitos não observados serem aleatórios, existe a correlação entre variáveis explicativas e o termo de erro - típico caso de autocorrelação espacial.

O método adotado para este trabalho foi o modelo de dados em painel, de forma dinâmica no tempo e no espaço. A justificativa para a escolha pelo modelo de dados em painel é decorrente da utilidade em lidar com o problema de variáveis omitidas, além do que esse tipo de modelo é capaz de acomodar a heterogeneidade espacial que é representada por regiões específicas, não observáveis e com interceptos de tempo que não variam.

Para Almeida (2012), os dados em painel possuem muito mais informações sobre o fenômeno em estudo, elevando os graus de liberdade e, por consequência, a eficiência do estimador além do que contribuem para um melhor controle dos efeitos de variáveis não observadas ou omitidas.

Adicionalmente, segundo Marques (2000), os estudos com amostras de séries temporais facilitam uma análise eficiente das dinâmicas de ajustamento e os dados em *cross-section*, por não contemplarem a possível dinâmica do fenômeno em estudo, transmitem uma falsa ideia de estabilidade. Desse modo, a utilização de dados em painel permite conjugar a diversidade de comportamentos individuais, com a existência de dinâmicas de ajustamento, ainda que potencialmente distintas. Ou seja, permite tipificar as respostas de diferentes indivíduos a determinados acontecimentos, em diferentes momentos.

Entretanto, as observações em dados em painel não são independentes no decorrer do tempo, nem entre as unidades espaciais. Isso contribui para

que, em análises econométricas, os dados em painel apresentem, também, algumas sérias desvantagens.

Podem surgir problemas relacionados ao enviesamento de seleção (*selectivity bias*), ou seja, erros resultantes da coleta dos dados que fazem com que estes não constituam uma amostra aleatória. Inclui questões como a auto-seletividade (amostras truncadas) e ausência de resposta ou atrito (MARQUES, 2000).

A variação ao longo do tempo pode não existir para algumas variáveis importantes ou essa variação pode ser inflada por erro de medição. Além disso, os dados em painel impõem uma estrutura de tempo fixa, e a análise em tempo contínuo pode ser mais informativa, assim como são necessárias hipóteses bastante fortes para presumir inferências, já que o sequenciamento temporal não necessariamente reflete uma relação de causalidade. Esses são alguns dos pontos relevantes sobre os dados em painel que podem dificultar a análise econométrica.

Como a técnica econométrica usada nesse trabalho é o método dos dados em painel, torna-se relevante o detalhamento deste, bem como o de sua aplicação. Uma primeira abordagem deste método é a de efeitos fixos, cujas premissas a respeito do intercepto, dos coeficientes angulares e do termo de erros aumentam com a complexidade dos modelos (GUJARATI, 2006).

4.1 MODELO DE EFEITOS FIXOS E EFEITOS ALEATÓRIOS

Quando os coeficientes são constantes ao longo do tempo e entre os indivíduos, as dimensões de tempo e espaço dos dados combinados são desconsideradas e assim pode haver uma distorção da verdadeira imagem da relação entre as variáveis dependente e explicativas. No caso em que os coeficientes angulares são constantes, mas o intercepto varia entre os indivíduos, o modelo de regressão é conhecido como de efeitos fixos ou de variável binária de mínimos quadrados. Ainda pode haver a combinação entre os coeficientes angulares constantes e o termo de intercepto que varia com os

indivíduos e com o tempo e o caso em que todos os coeficientes variam entre indivíduos.

Para Gujarati (2006), embora o uso dos modelos de efeitos fixos seja fácil, o modelo apresenta alguns problemas que são relevantes. Primeiramente, a introdução de muitas variáveis binárias retira graus de liberdade do modelo. Além disso, a inclusão de muitas variáveis na regressão pode ocasionar multicolinearidade, o que dificulta a estimação exata de um ou mais parâmetros. Por último, as especificações do modelo sugerem que o termo de erro tenha média igual a zero e variância constante. Nos modelos de dados em painel, essa premissa pode ser violada e dessa forma o modelo dos efeitos aleatórios pode ser tornar mais adequado.

A abordagem de modelos de regressão com dados em painel com efeitos aleatórios está sedimentada no fato de que os efeitos não observados não estão correlacionados com nenhuma das variáveis explicativas em todos os períodos de tempo (WOOLDRIDGE, 2002). Caso haja alguma dúvida sobre a relação entre os efeitos não observados e as variáveis explicativas, o modelo de efeitos fixos deve ser preferível.

Entretanto, a despeito de grandes vantagens, o método dos dados em painel geram vários problemas de estimação e de inferência (WOOLDRIDGE, 2002). Como exposto, a combinação de dados de dimensões transversais com temporais, faz com que os problemas que afetam os dados de corte transversal e as séries temporais coexistam na conjugação dos dados. Além disso, há problemas adicionais, como a correlação cruzada de unidades individuais no mesmo ponto do tempo.

4.2 MODELO DE EFEITOS FIXOS COM DEPENDÊNCIA ESPACIAL

Particularmente, os modelos de dados em painel com defasagem espacial podem apresentar problemas como a heterogeneidade espacial e a dependência espacial.

A heterogeneidade espacial surge quando o território em análise possui unidades espaciais muito diferentes entre si e pode resumir a falta de estabilidade do comportamento econômico através do espaço, quando é possível notar a existência de padrões de agrupamento nos dados. Os modelos convencionais de painel de dados conseguem apenas acomodar o efeito espacial representado pela heterogeneidade espacial, são os modelos de efeitos não observados (ALMEIDA, 2012).

Já a dependência espacial pode estar alojada nos resíduos, contaminando as estimativas se não tratada adequadamente. A literatura considera que, se não levada em conta, a dependência espacial pode tornar os estimadores da regressão inconsistentes e/ou ineficientes (ANSELIN, 1988).

Na presença de dependência espacial, os parâmetros variam e podem mudar a forma estrutural do modelo econométrico, podendo inclusive, gerar heterocedasticidade pelos possíveis erros de especificação (VIEIRA, 2009).

Não é o caso deste trabalho, mas convém salientar que, segundo Almeida (2012), quando a dependência espacial presente na regressão não é prevista teoricamente, mas decorrente de erro de medida ou má especificação do modelo, a escolha das defasagens espaciais a serem colocadas na regressão é realizada pelos testes. Entretanto, os testes podem confundir o pesquisador, já que não é fácil distinguir dependência espacial de heterogeneidade espacial baseando-se nos resíduos da regressão porque todos os diagnósticos podem acusar má especificação do modelo (BALLER *et al.*, 2001).

Para os casos nos quais a heterogeneidade não observável se manifesta nos interceptos, o modelo de efeitos fixos é recomendado, sobretudo quando a análise de regressão for limitada a um conjunto definido de regiões. Já para quando a heterogeneidade não observável manifesta-se nos termos de erros e o corte transversal trata de indivíduos ou regiões aleatoriamente sorteados de uma população, os modelos de efeitos aleatórios são preferíveis.

Nos modelos de efeitos fixos, supõe-se que o intercepto varie de uma unidade de para outra, mas é constante ao longo do tempo e os parâmetros-

resposta são constantes para todas as unidades e em todos os períodos de tempo. Dessa forma, todas as diferenças das regiões são captadas nos diferentes interceptos, que podem ser interpretados como efeito das variáveis omitidas no modelo (ALMEIDA, 2012).

O modelo de efeitos fixos é a melhor opção para modelar os dados em painel, quando o intercepto é correlacionado com as variáveis explicativas em qualquer período de tempo. Wooldridge (2002) defende que o principal determinante para decidir entre modelos de efeitos fixos e aleatórios é o efeito não observado captado pelo intercepto.

Para decidir se existe a necessidade de introduzir alguma defasagem espacial, é preciso checar se os resíduos do modelo convencional de efeitos fixos mostram-se autocorrelacionados espacialmente, ou seja, se existe correlação na dimensão do corte transversal. Para averiguar a presença de autocorrelação espacial nos resíduos, aplicam-se testes de autocorrelação espacial, tais como o teste I de Moran para os resíduos das unidades de corte transversal para cada período ou testes de multiplicador de Lagrange da defasagem espacial e do erro espacial, propostos por Elhorst (2003). Constatada a presença de erros autocorrelacionados, há a necessidade de tratar essa dependência, incorporando a defasagem espacial ao modelo.

Apesar de prevista teoricamente, a dependência espacial do modelo a ser estimado nesta pesquisa não é conhecida, de modo que a estimação deverá seguir alguns procedimentos. A saber:

- 1- Primeiramente, estimar-se-á o modelo por *least squares dummy variable* (LSDV), em que é usado o MQO adicionado de uma variável do tipo *dummy* que indicará cada região para capturar o efeito fixo;
- 2- Os resíduos dessa regressão deverão ser averiguados, certificando-se que a dependência espacial está sendo ou não capturada pelo termo de erro;

Se os testes indicarem a presença da dependência espacial, 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 definido como o proposto por Elhorst (2003) e Anselin (2003):

$$y_t = \alpha + \rho W_1 y_t + X_t \beta + W_1 X_t \tau + \varepsilon_t, \quad \forall i = 1, \dots, N \text{ e } t = 1, \dots, T \quad (6.a)$$

$$\varepsilon_t = \lambda W_2 \varepsilon_t + u_t, \text{ tal que } \varepsilon \sim (0, \sigma^2 I) \quad (6.b)$$

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 valor de intercepto que capta os efeitos fixos de cada unidade espacial; $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_K)'$ é o vetor de coeficientes a ser estimado; $X_t = (X_{kt}', \dots, X_{Nt}')'$ 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 σ^2 ; $W_1 y_t = (W_1 y_{1t}, \dots, W_1 y_{Nt})'$ é o vetor da variável dependente defasada e ρ 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 λ representa o parâmetro auto-regressivo espacial do erro ($-1 < \lambda < 1$).

3- Estimar-se-á, pelo método dos mínimos quadrados generalizados exequíveis (MQGE) os seguintes modelos de efeitos fixos: modelo de defasagem espacial (assumindo $\lambda = 0$, $\tau = 0$ e $\rho \neq 0$); modelo com erro espacial ($\lambda \neq 0$, $\tau = 0$ e $\rho = 0$); o modelo com transbordamentos espaciais localizados ($\lambda = 0$, $\tau \neq 0$ e $\rho = 0$); o modelo Durbin espacial ($\lambda = 0$, $\tau \neq 0$ e $\rho \neq 0$); o modelo com defasagem e erro espaciais ($\lambda \neq 0$, $\tau = 0$ e $\rho \neq 0$); e o modelo com erro espacial e com transbordamentos espaciais localizados ($\lambda \neq 0$, $\tau \neq 0$ e $\rho = 0$).

4- Dentre os resultados obtidos por essas estimações, o melhor modelo deverá ser escolhido com base em dois critérios: os resíduos do modelo

não deverão apresentar autocorrelação espacial e deverá apresentar o menor valor do critério de informação de Akaike (AIC).

4.3 MODELO EMPÍRICO

Como exposto no início da seção sobre a metodologia desta pesquisa, o referencial empírico será o modelo econométrico espacial para dados em painel proposto por Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007).

$$I_t = \alpha + \rho W_1 I_t + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 CT_{t-1} + Z_t \delta + W_1 FS_t \tau + \varepsilon_t \quad (7.a)$$

$$\varepsilon_t = \lambda W_2 \varepsilon_t + u_t \quad (7.b)$$

O termo da equação 7.a $I_t = (I_{1t}, \dots, I_{Nt})'$ é o vetor das patentes *per capita*, utilizado como *proxy* da geração de inovação pelos estados i no período t , $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_N)'$ é o vetor de efeitos fixos específicos para cada estado, W_1 é a matriz de pesos espaciais utilizada, no qual $W_1 I_t = (W_1 I_{1t}, \dots, W_1 I_{Nt})'$ é o vetor de defasagem espacial da variável dependente e ρ é o coeficiente de defasagem espacial, captando os efeitos de *spillover* da geração de inovação; o vetor $I_{t-1} = (I_{1t-1}, \dots, I_{Nt-1})'$ é a defasagem temporal da variável inovação e β_1 é o parâmetro a ser estimado. $CT_{t-1} = (CT_{1,t-1}, \dots, CT_{N,t-1})'$ é o vetor dos gastos com ciência e tecnologia (inovação e áreas correlatas) realizados pelos estados e β_2 é seu coeficiente a ser estimado; $Z_t = (Z_{1t}', \dots, Z_{Nt}')'$ é a matriz que representa as outras variáveis explicativas (E_t, S_t, D_t) e $\delta = (\delta_1, \dots, \delta_k)'$ são os coeficientes a serem estimados; $W_1 FS_t = (W_1 FS_{1t}', \dots, W_1 FS_{Nt}')'$ expressa a matriz de defasagem espacial das variáveis explicativas, e $\tau = (\tau_1, \dots, \tau_k)'$ é o vetor das externalidades dessas variáveis; $\varepsilon_t = (\varepsilon_{1t}, \dots, \varepsilon_{Nt})'$ é o vetor dos termos de erro autocorrelacionados e $u_t = (u_{1t}, \dots, u_{Nt})'$ é o vetor dos termos de erro independentes e identicamente distribuídos (i.i.d.) com variância σ^2 , λ é o coeficiente de autocorrelação espacial do termo de erro; W_2 representa a matriz de pesos espaciais, na qual $W_2 \varepsilon_t = (W_2 \varepsilon_{1t}, \dots, W_2 \varepsilon_{Nt})'$ é o vetor de defasagem do termo de erro.

As matrizes W_1 e W_2 são diferentes e refletem efeitos espaciais dos modelos de defasagem espacial ou para o modelo de erro espacial, evitando

problemas de identificação quanto à especificação do modelo (ANSELIN e BERA, 1998)

Os modelos a serem estimados são originados pelo modelo da equação (6) e levam em consideração os testes de normalidade dos resíduos, de heterocedasticidade e dependência espacial. A saber:

Modelo (1) sem correlação espacial:

$$I_t = \alpha + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 PD_{t-1} + Z_t \delta + \varepsilon_t \quad (8)$$

A inclusão da variável dependente defasada espacialmente no modelo faz com que este seja especificado da maneira como se segue:

Modelo (2) com correção de defasagem espacial:

$$I_t = \alpha + \rho W_1 I_t + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 PD_{t-1} + Z_t \delta + \varepsilon_t \quad (9)$$

A possibilidade de que o termo de erro siga um processo espacial auto-regressivo pede que o modelo seja especificado com outra matriz de pesos espaciais:

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

$$I_t = \alpha + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 PD_{t-1} + Z_t \delta + \varepsilon_t \quad (10.a)$$

$$\varepsilon_t = \lambda W_2 \varepsilon_t + u_t \quad (10.b)$$

No caso de haver apenas o efeito *spillover* das demais variáveis explicativas, sem a inclusão da variável dependente defasada espacialmente, o modelo segue a seguinte especificação:

Modelo (4) regressivo cruzado espacial:

$$I_t = \alpha + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 PD_{t-1} + Z_t \delta + W_1 FS_t \tau + \varepsilon_t \quad (11)$$

Pode ser que, através da indicação de testes estatísticos, o modelo inclua o efeito transbordamento espacial tanto pela variável dependente quanto

pelas variáveis explicativas. Se for este o caso, o modelo será especificado como:

Modelo (5) de Durbin espacial:

$$I_t = \alpha + \rho W_1 I_t + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 PD_{t-1} + Z_t \delta + W_1 FS_t \tau + \varepsilon_t \quad (12)$$

Esse último modelo mostra o efeito de vizinhança sobre a geração de inovação entre as regiões, no caso, os estados brasileiros.

A especificação do modelo que leva em conta que a dependência espacial está relacionada à variável dependente e também está contida nos resíduos, pela existência de variáveis omitidas que seguem um padrão espacial pode ser descrita como um modelo que segue um processo espacial auto-regressivo, de modo que:

Modelo (6) de defasagem com erro espacial:

$$I_t = \alpha + \rho W_1 I_t + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 PD_{t-1} + Z_t \delta + \varepsilon_t \quad (13.a)$$

$$\varepsilon_t = \lambda W_2 \varepsilon_t + u_t \quad (13.b)$$

A última especificação do modelo considera que os resíduos seguem um processo espacial auto-regressivo e que as variáveis explicativas do modelo também estão defasadas espacialmente. Assim,

Modelo (7) de transbordamento com erro espacial:

$$I_t = \alpha + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 PD_{t-1} + Z_t \delta + W_1 FS_1 \tau + \varepsilon_t \quad (14.a)$$

$$\varepsilon_t = \lambda W_2 \varepsilon_t + u_t \quad (14.b)$$

Os modelos apresentados tem por finalidade corrigir a dependência espacial dos dados.

5 BASE DE DADOS

Como já mencionado, a base de dados utilizada neste trabalho é construção resultante da conjugação de diferentes fontes e organizados para cada estado da federação, totalizando 11 observações na dimensão temporal e 27 observação na cross section (unidades da federação), resultando assim em 297 observações no painel.

O recorte territorial de estados da federação utilizado como unidade de análise foi adotado principalmente pela disponibilidade de dados, que são encontrados agregados por estado da federação. Além disso, a teoria aponta para a existência de políticas autônomas de incentivo à inovação em cada estado brasileiro, o que torna a análise por estado interessante.

O uso de cada variável é justificado pelo uso em trabalhos empíricos da mesma temática e de acordo com a teoria adjacente ao modelo. Com exceção da variável CT_{t-1} , que representa o gasto empreendido pelos estados em atividades de ciência e tecnologia (P&D e atividades correlacionadas) e não foi utilizada da mesma maneira que em trabalhos correlatos (BILBAO-OSORIO e RODRÍGUEZ-POSE, 2004; CO, 2002; KOO, 2005), já que a variável contempla somente os gastos públicos de investimento em pesquisa e desenvolvimento e exclui os gastos privados realizados dentro das firmas para a geração de inovação. Algumas pesquisas relacionadas (MONTENEGRO *ET AL.*, 2011; BODE, 2004) utilizaram como *proxy* o número de empregados com formação tecnológica, defasados temporalmente dividido pelo total de empregados da unidade sob estudo, mas tal variável apresentou sinal diverso do esperado e não obteve significância estatística justamente pela utilização da *proxy* em detrimento da utilização dos gastos efetivos em P&D.

A variável dependente é I_t , uma *proxy* da capacidade de geração da inovação ou da atividade tecnológica dos estados, e é resultado da divisão do

número de depósitos de patentes dos estados, segundo o INPI, pelo total da população dos mesmos, segundo as estimativas de população de cada ano da pesquisa.

A variável dependente defasada no tempo, I_{t-1} , representa o total de depósito de patentes dos estados dividido pelo total de sua população, ambos defasados em um período de um ano. Esta variável foi incluída a fim de verificar a relação entre a produção atual de inovação e a produção de inovação em períodos passados, testando uma relação de dependência. Isto permite confirmar a hipótese de que a produção tecnológica regional é dependente de uma trajetória preestabelecida (*path-dependence*), segundo Arthur (1989).

O conceito de *path-dependence* fornece a ideia de que um encadeamento de escolhas econômicas está condicionado a situações criadas por escolhas anteriores, gerando uma trajetória econômica (MONTENEGRO *et al.*, 2011). Todavia, tais trajetórias podem permanecer bloqueadas (*lock-in*) quando as escolhas conduzem a economia a uma condição inferior à condição atual, fazendo com que haja dificuldade de se prever a trajetória tecnológica (ou econômica) que conduziria a economia para um padrão eficiente (*path-efficiency*). Cabe mencionar que a manutenção de um padrão pré-estabelecido pode gerar problemas no sentido de que o processo tecnológico poderá ficar fadado a uma mesma situação, voltada, por exemplo, para um padrão tecnológico baixo (CASTALDI *et alii*, 2011).

A variável CT_{t-1} é a variável que revela o valor gasto pelos estados brasileiros com ciência e tecnologia. Essa variável está disponível no site do Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI, 2013) e engloba os gastos feitos com P&D e em áreas científicas e técnicas correlatas (ACTC) feitos pelas Secretarias Estaduais de Ciência e Tecnologia e Institutos de Pesquisa subordinados a elas, pelas Fundações de Amparo à Pesquisa e/ou fundações semelhantes, pelas Empresas Estaduais de Pesquisa Agropecuária e pelos demais institutos de pesquisa das áreas. Nessas unidades, sempre que possível, foram excluídos os gastos que se referem ao pagamento de juros e amortizações das dívidas, bem como as despesas previdenciárias com

servidores inativos e pensionistas. De acordo com o MCTI (2013), como gastos com pesquisa e desenvolvimento é utilizada a proxy de gastos com pós-graduação dos Institutos de Ensino Superior (IES) e compreendem todo o trabalho criativo efetuado sistematicamente para ampliar a base de conhecimentos científicos e tecnológicos. Já as ACTC são aquelas que apoiam diretamente as atividades de P&D. Abarcam a coleta e a disseminação de informações científicas e tecnológicas, a transferência de resultados de laboratório para produção industrial, as ações para o controle de qualidade, a proteção da propriedade intelectual, as ações para o controle de qualidade, a proteção da propriedade intelectual, a promoção industrial, o licenciamento e absorção de tecnologia e outros serviços correlacionados. A partir do ano 2000, foram classificados na categoria gastos com P&D todas as ações de fomento e apoio à pesquisa e desenvolvimento das instituições típicas de C&T. O objetivo principal da inclusão desta variável é verificar se a capacidade de realizar P&D em um período influencia a geração de inovação em um período subsequente.

A variável índice de especialização industrial foi construída da seguinte maneira:

$$S_t = \left(\frac{1}{2}\right) \sum_i \left| \left(\frac{VTI_{ij}}{VTI_i} \right) - \left(\frac{VTI_{Nj}}{VTI_N} \right) \right| \quad (15)$$

Onde i representa o estado, j o VTI do setor industrial e N o valor total do VTI do setor industrial. Para construção desse indicador, foram utilizados dados do IBGE sobre o valor de transformação industrial (VTI) dos setores industriais dos estados da CNAE 1.0 a três dígitos, com compatibilização entre as CNAE 1.0 e 2.0 para os anos entre 2008 e 2011. Este procedimento também foi adotado para o cálculo da variável D_t .

A variável possui uma variação de zero a um, sendo interpretada de maneira que quanto mais próximo de um, maior o grau de especialização em atividades ligadas a um determinado setor industrial. De modo análogo, quanto

mais próxima de zero, menos especializada será a composição industrial do estado selecionado.

Os efeitos da especialização industrial são vinculados à acumulação de capital humano e aos spillovers de inovação tecnológica 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). O coeficiente positivo dessa variável indica que existe especialização industrial nos estados, o que confirma a hipótese de que os transbordamentos de conhecimento entre as firmas de um mesmo setor industrial são facilitados pela existência de setores especializados (CABRER-BORRÁS e SERRANO-DOMINGO, 2007).

A variável índice de diversificação também é construída e representa o grau de diversificação dos setores industriais. Sua fórmula é a que se segue:

$$D_t = \sum_j \left(\frac{VTI_{ij}}{VTI_i} \right)^2 \quad (16)$$

Os valores assumidos por D_t variam de zero a um, e podem ser interpretados de forma tal que quanto mais próximo de zero, maior é o grau de diversidade das indústrias do estado. A maneira como é construída, faz com que o sinal esperado desta variável seja negativo. Assim, as variáveis de especialização e diversificação não são excludentes, pois, segundo trabalhos empíricos relacionados anteriormente (KOO, 2005; PACI e USAI, 2000), uma região pode conter setores industriais especializados e, ao mesmo tempo, ser uma região industrialmente diversificada.

A última variável explicativa do modelo é o nível de escolaridade, E_t , e será utilizada como *proxy* desta a razão entre o número de pessoas matriculadas em instituições de ensino superior e a população total do estado. A fonte desses dados é o Ministério da Educação.

A intenção é avaliar o papel da dotação de capital humano sobre as atividades de inovação estadual. De forma intuitiva, firmas inovadoras e empenhadas em P&D precisam de mão-de-obra mais qualificada, a fim de

desenvolverem novos produtos e obterem ganhos de produtividade e competitividade.

Quadro 1 – Síntese das variáveis utilizadas para analisar a geração de inovação nos estados brasileiros

Variável	Descrição	Sinal teórico	Sinal esperado	Referencial teórico	Referencial empírico	Fonte
I_t	Depósito de patentes dividido pela população do estado.			Griliches (1990)	Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007) Jaffe (1986) Montenegro <i>et al</i> (2008)	INPI
I_{t-1}	Defasagem temporal da variável dependente	+	+	Arthur (1989)	Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007)	INPI
CT_{t-1}	Gastos com C&T realizado pelos estados	+	+	--	---	MCTI
S_t	Índice de especialização	+	+	Arrow (1962); Romer (1986)	Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007); Feldman e Audrestch (1999); Paci e Usai (2000); Koo (2005)	PIA
D_t	Índice de diversificação	+	-	Jacobs (1969)	Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007); Feldman e Audrestch (1999); Paci e Usai (2000); Koo (2005)	PIA
E_t	Nível de escolaridade	+	+	Jaffe (1989)	Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007); Audrestch e Feldman (1996); Bode (2004); Bilbao-Osorio e Rodríguez-Pose (2004)	MEC

Fonte: elaboração própria com base no referencial teórico e empírico

6 RESULTADOS DA AEDE

A análise exploratória dos dados espaciais permitiu identificar e explorar as características espaciais da variável dependente do modelo durante o período de 2000 a 2011.

A escolha da matriz de pesos espaciais baseou-se no critério de definição do maior e mais significativo valor da estatística I de Moran para os anos de período em análise (BAUMONT *et alii*, 2002).

6.1 ANÁLISE DA AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL GLOBAL UNIVARIADA

A formalização dos indícios de autocorrelação espacial está nos cálculos das estatísticas do I de Moran, que possibilitam analisar a existência e a força da autocorrelação espacial entre os dados da amostra da variável patente *per capita*.

A tabela 1 apresenta o índice I de Moran das patentes *per capita* para os anos de 2001 a 2011, revelando a existência da autocorrelação espacial positiva ou negativa para todos os anos. Isso significa que os valores de patentes *per capita* não estão distribuídos aleatoriamente sob o território brasileiro e seguem, portanto, um padrão de dependência espacial.

De acordo com a tabela 1, pode-se perceber que todos os coeficientes são estatisticamente significativos ao nível de 5% de significância.

Tabela 1 – Índice de Moran das patentes *per capita* no período 2001-2011

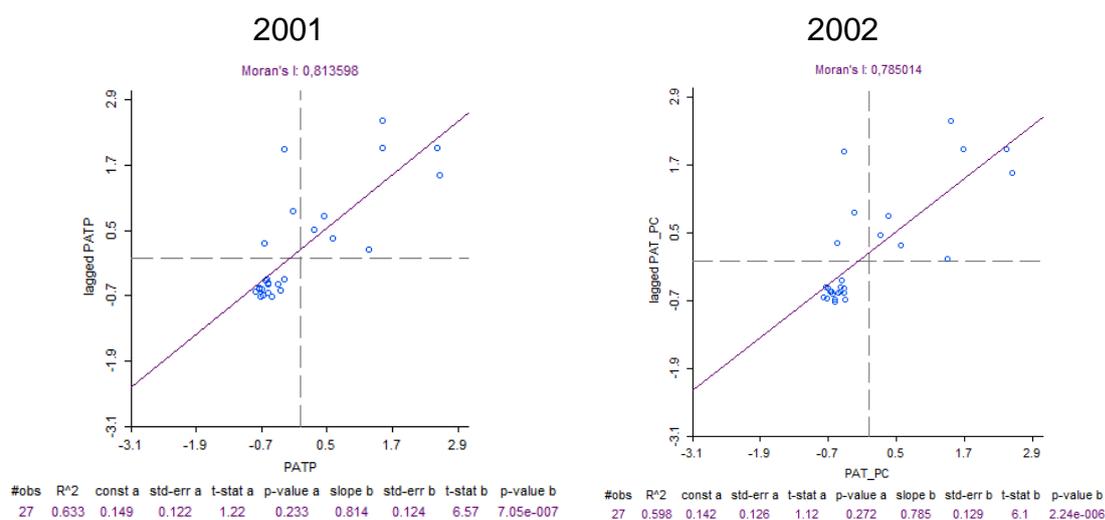
Ano	I de Moran	E(I)	Erro padrão I	t-stat I	p-value I
2001	0,814	-0,0385	0,124	6,57	$7,05 \cdot 10^{-7}$
2002	0,785	-0,0385	0,129	6,1	$2,24 \cdot 10^{-6}$
2003	0,869	-0,0385	0,119	7,32	$1,15 \cdot 10^{-7}$
2004	0,857	-0,0385	0,117	7,33	$1,1 \cdot 10^{-7}$
2005	0,84	-0,0385	0,123	6,81	$3,9 \cdot 10^{-7}$
2006	0,792	-0,0385	0,125	6,34	$1,22 \cdot 10^{-6}$
2007	0,887	-0,0385	0,108	8,23	$1,39 \cdot 10^{-8}$
2008	0,879	-0,0385	0,114	7,69	$4,77 \cdot 10^{-8}$
2009	0,832	-0,0385	0,125	6,64	$5,86 \cdot 10^{-7}$
2010	0,843	-0,0385	0,119	7,1	$1,91 \cdot 10^{-7}$
2011	0,82	-0,0385	0,118	6,96	$2,72 \cdot 10^{-7}$

Fonte: elaboração própria com base no software GeoDa 1.4.6

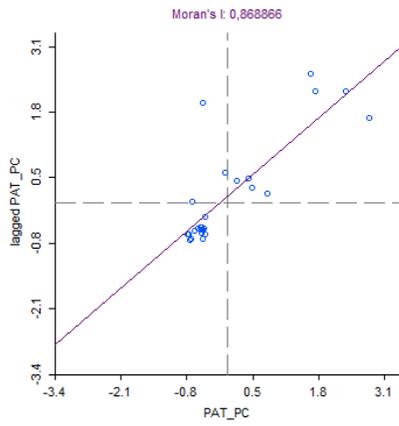
Observação: a matriz de ponderação espacial utilizada foi do tipo K=2 vizinhos

Ao testar a hipótese de autocorrelação espacial da variável, o valor esperado do coeficiente, $E(I) = -0,0385$, está situado abaixo dos valores calculados, o que significa autocorrelação espacial positiva. Em outras palavras, há similaridade entre os estados: estados com alto valor de patentes *per capita* tem ao menos dois estados vizinhos com alto valor de patentes *per capita*, e estados com baixo valor de patentes *per capita* são vizinhos de estados com baixo valor de patentes *per capita*.

Figura 2 – Diagramas de dispersão de Moran das patentes *per capita* dos estados brasileiros, no período de 2001 a 2011.

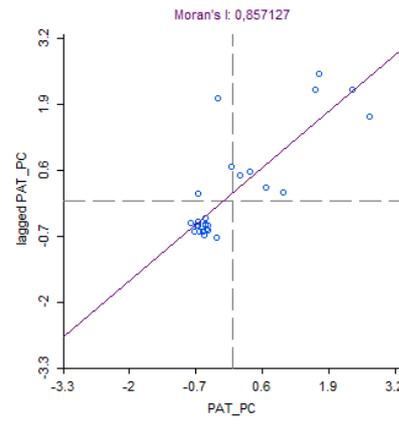


2003



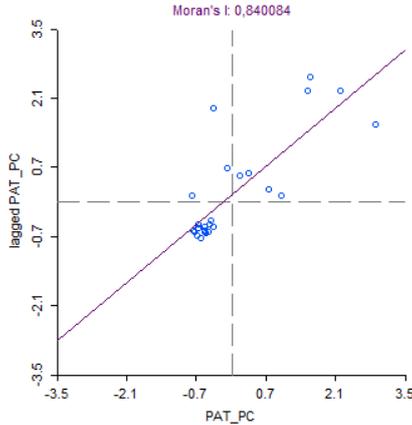
#obs	R ²	const a	std-err a	t-stat a	p-value a	slope b	std-err b	t-stat b	p-value b
27	0.682	0.132	0.117	1.13	0.269	0.869	0.119	7.32	1.15e-007

2004



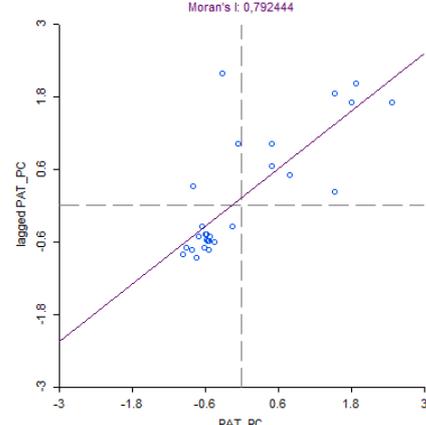
#obs	R ²	const a	std-err a	t-stat a	p-value a	slope b	std-err b	t-stat b	p-value b
27	0.683	0.152	0.115	1.32	0.198	0.857	0.117	7.33	1.11e-007

2005



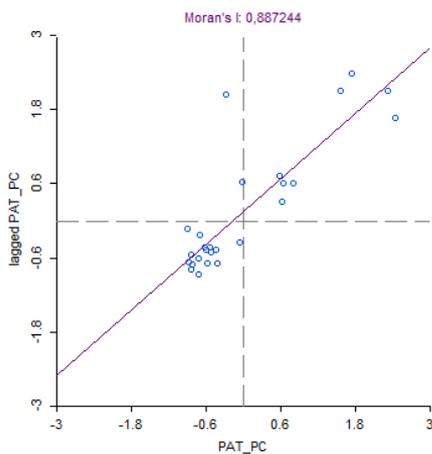
#obs	R ²	const a	std-err a	t-stat a	p-value a	slope b	std-err b	t-stat b	p-value b
27	0.65	0.142	0.121	1.17	0.252	0.84	0.123	6.81	3.9e-007

2006



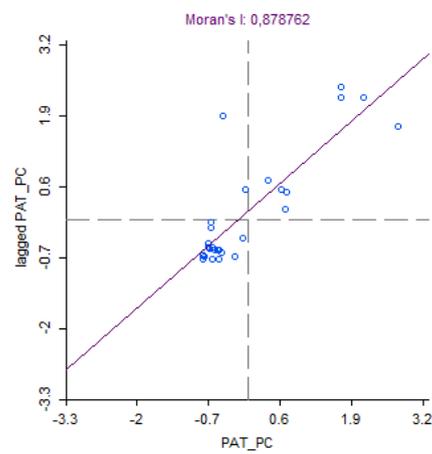
#obs	R ²	const a	std-err a	t-stat a	p-value a	slope b	std-err b	t-stat b	p-value b
27	0.617	0.13	0.123	1.06	0.301	0.792	0.125	6.34	1.22e-006

2007

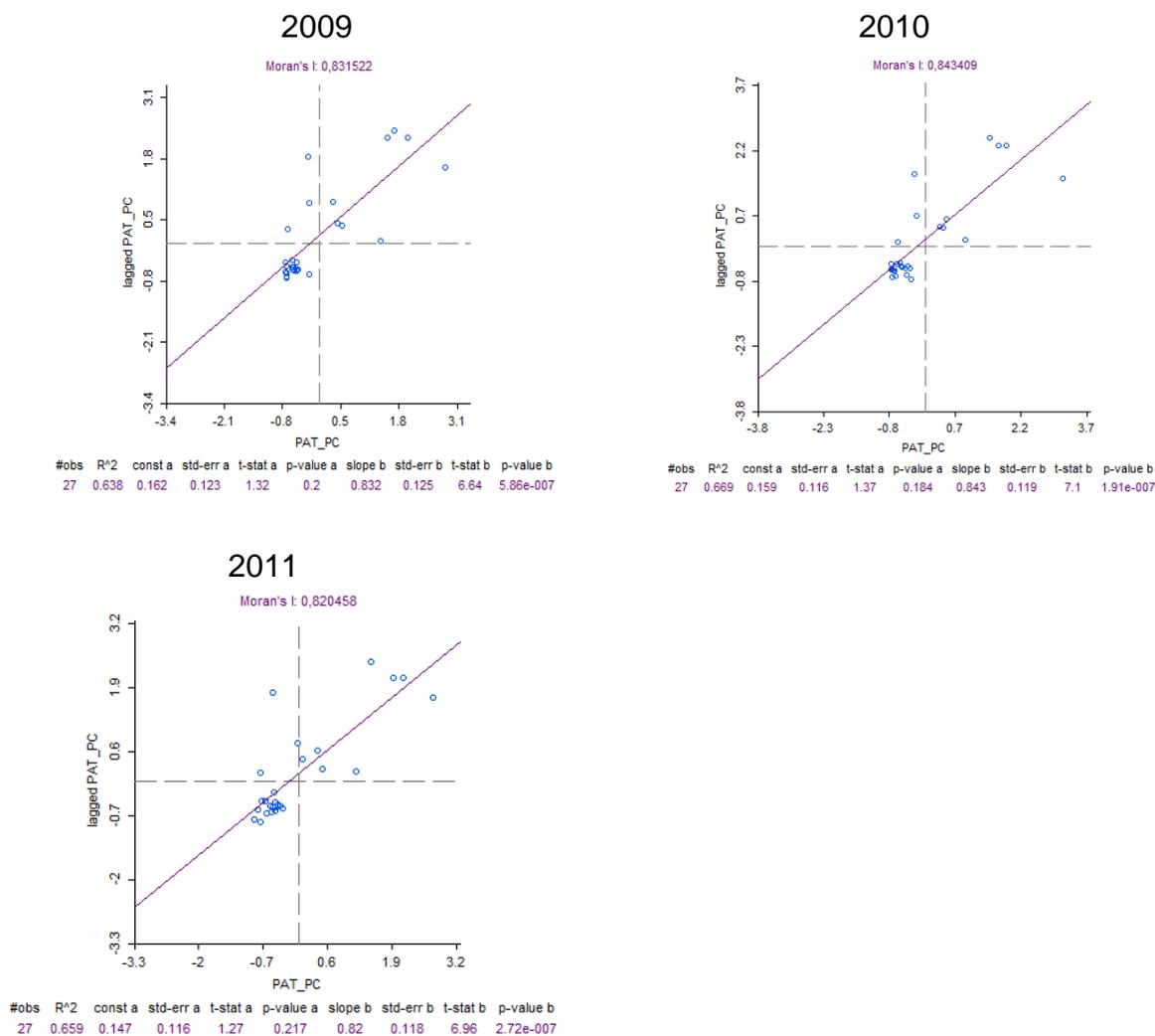


#obs	R ²	const a	std-err a	t-stat a	p-value a	slope b	std-err b	t-stat b	p-value b
27	0.731	0.153	0.106	1.45	0.161	0.887	0.108	8.23	1.39e-008

2008



#obs	R ²	const a	std-err a	t-stat a	p-value a	slope b	std-err b	t-stat b	p-value b
27	0.703	0.138	0.112	1.23	0.229	0.879	0.114	7.69	4.77e-008



Fonte: Elaboração própria com base no *software* GeoDa 1.4.6

Observações: A matriz W é a matriz do tipo $K=2$ vizinhos. PAT_PC é a variável patentes *per capita* e *lagged* PAT_PC é a variável defasada espacialmente.

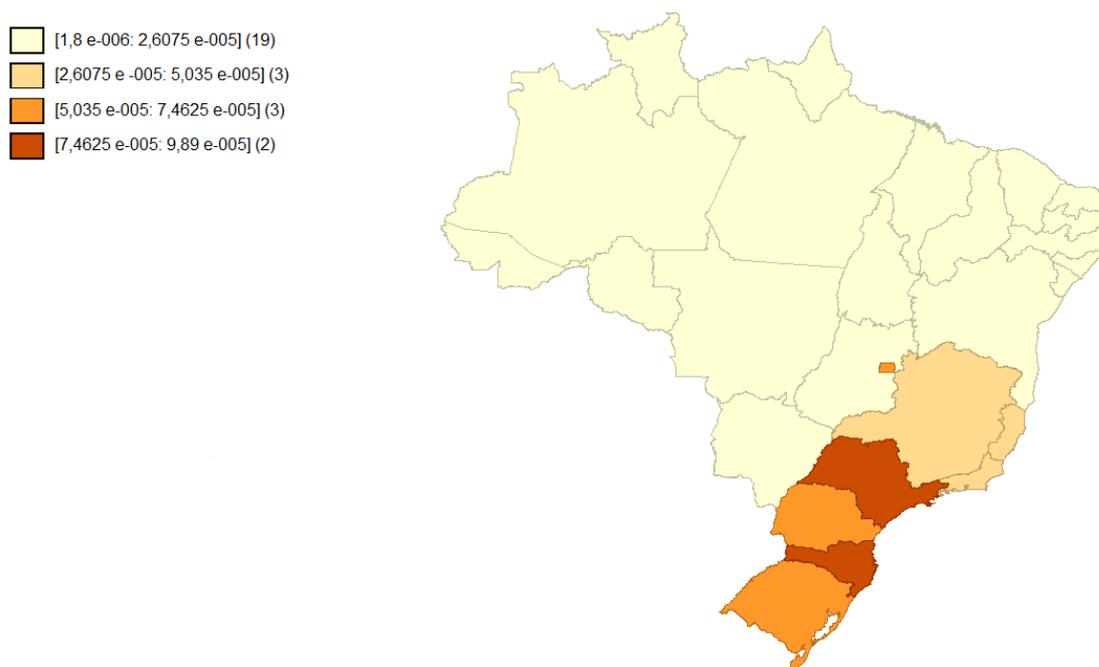
A figura 2, a qual mostra o diagrama de dispersão de Moran para todos os anos da análise, revela que a inclinação da reta de regressão se manteve positiva, confirmando, assim, o padrão de autocorrelação espacial positivo dos dados.

Dentre os anos analisados, as observações mantiveram-se concentradas em torno da média na maioria deles. Os casos contrários não apresentaram coeficiente I de Moran estatisticamente significativos. Analisando cada diagrama de forma particular, pode-se perceber que os estados do sul do Brasil permaneceram no quadrante Alto-Alto (1º quadrante) em todos os períodos.

Através da figura 3, é possível analisar a concentração da inovação, medida pelas patentes *per capita*, ao longo dos onze anos pesquisados. Para a

montagem desse mapa, foi utilizada a média simples das patentes *per capita* dos estados no período, e, claramente, o que se percebeu foi a concentração da geração de inovação nos estados do sul e sudeste do Brasil. Os estados de São Paulo e de Santa Catarina aparecem com os valores mais altos de patentes *per capita*, seguidos do Paraná, Rio Grande do Sul e Distrito Federal.

Figura 3 – Mapa concentração média da geração de inovação no período de 2001 a 2011



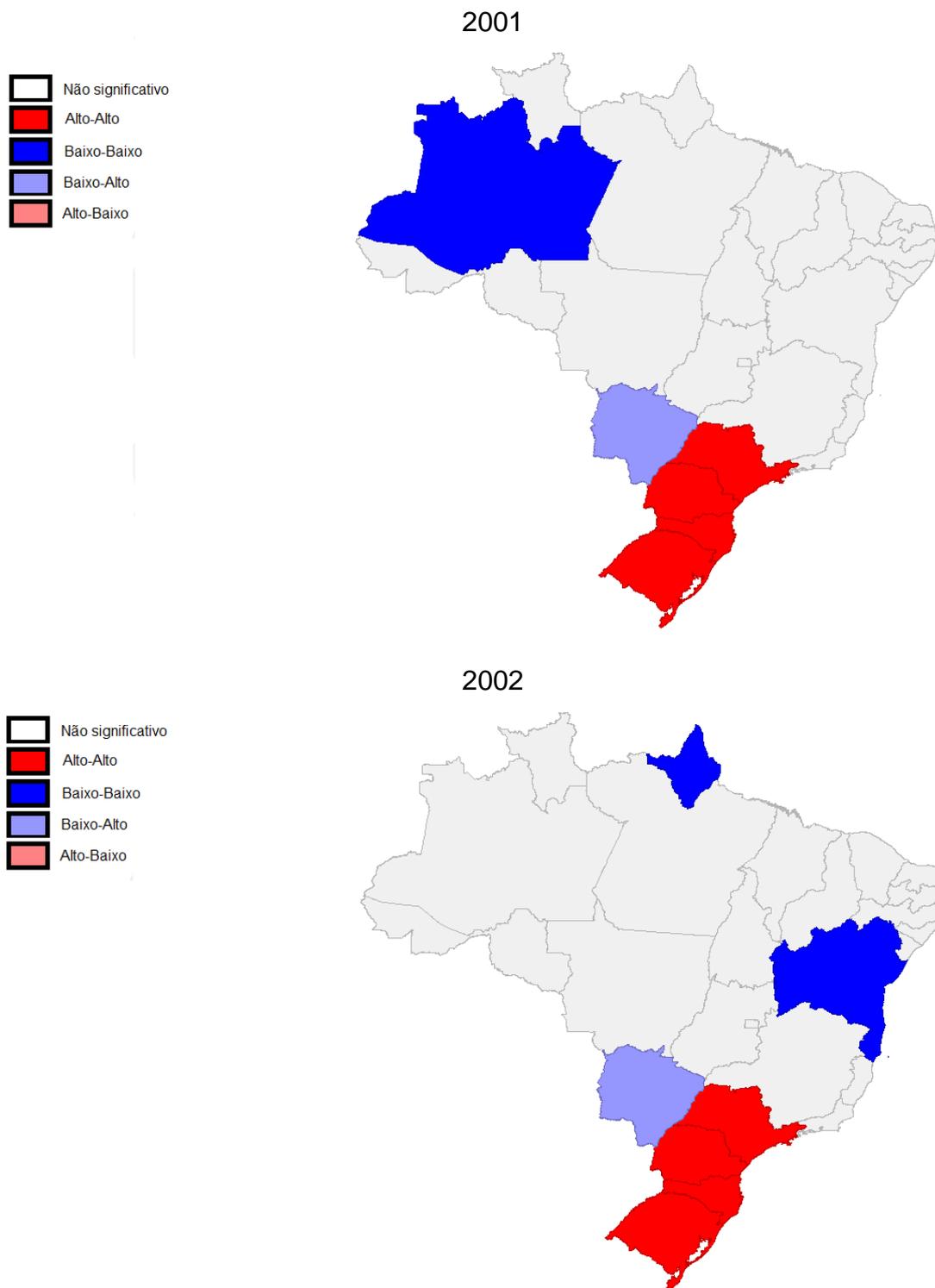
Fonte: elaboração própria com base no *software* GeoDa 1.4.6

Este mapa não realça qualquer padrão de dependência espacial, apenas gera uma associação entre os valores médios da geração de inovação no período e a sua respectiva localização geográfica.

6.2 ANÁLISE DOS INDICADORES LOCAIS DE ASSOCIAÇÃO ESPACIAL

Essa etapa análise da distribuição espacial dos dados é parte importante da pesquisa, pois permite a pormenorização dos indícios de autocorrelação espacial. Através do coeficiente I_i de Moran local pode-se avaliar a associação linear espacial localizada, conhecendo possíveis *clusters*.

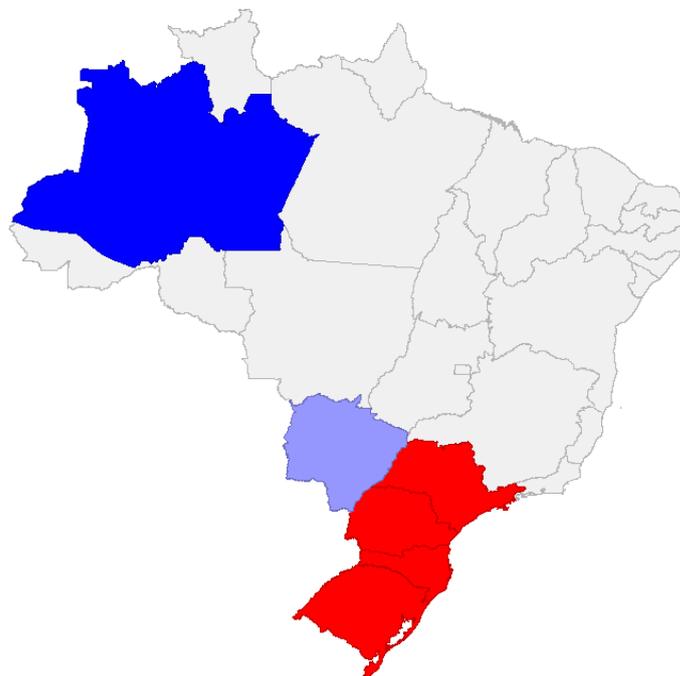
Figura 4 – Mapas de *clusters* para as patentes *per capita* nos estados brasileiros, no período 2001 a 2011



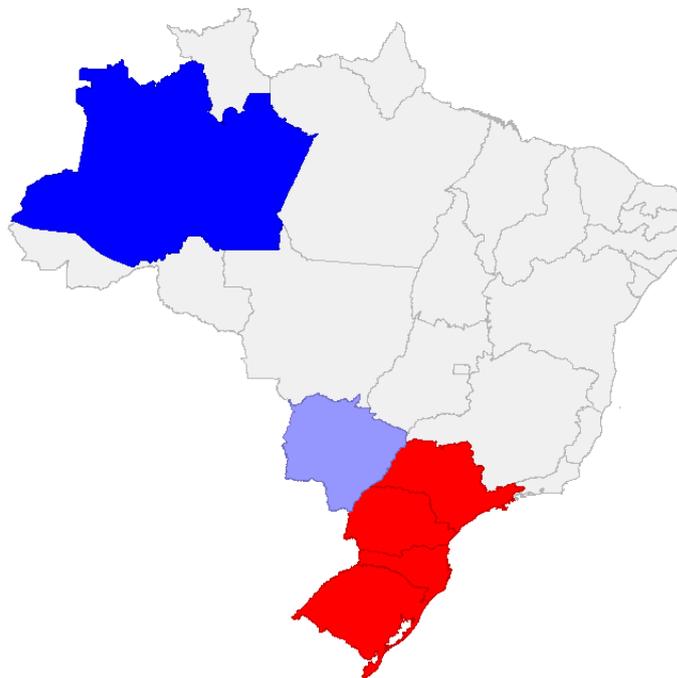
2003



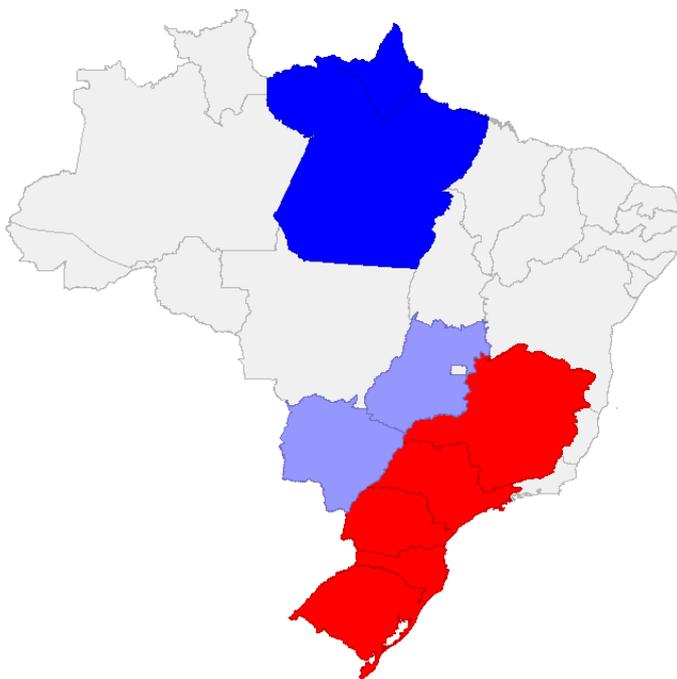
2004



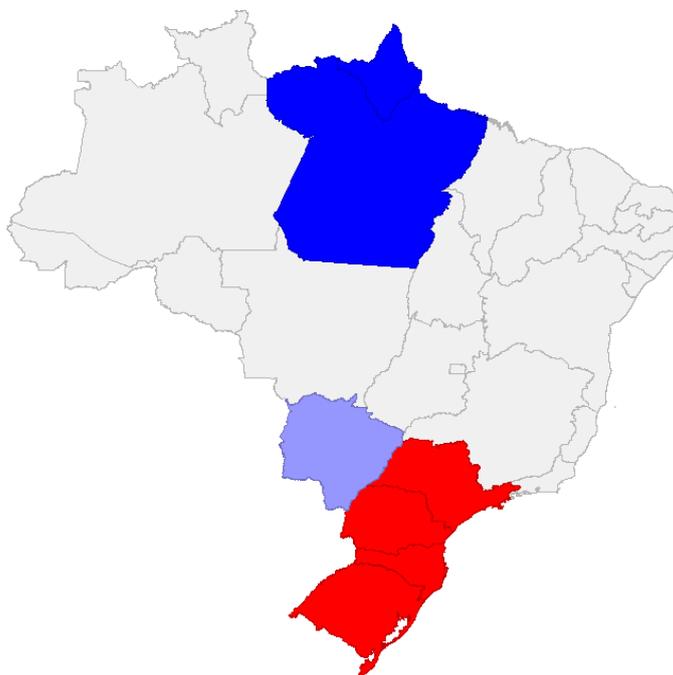
2005



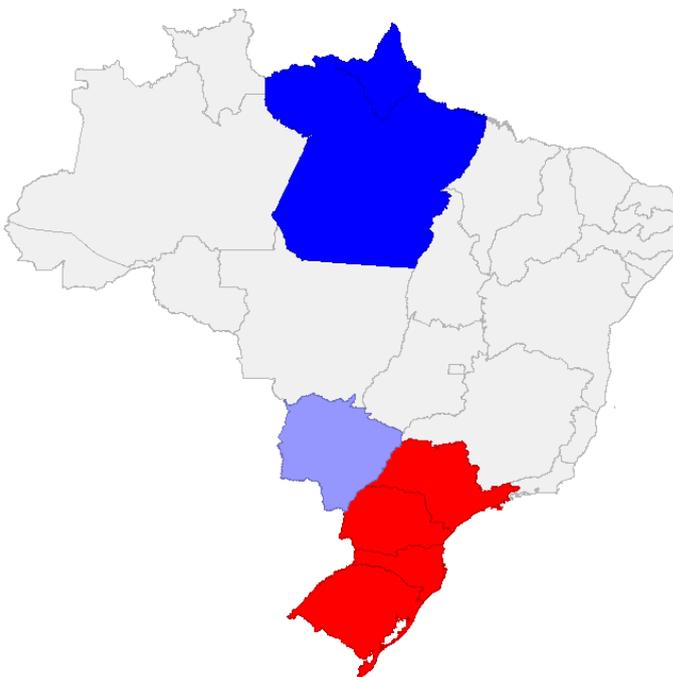
2006



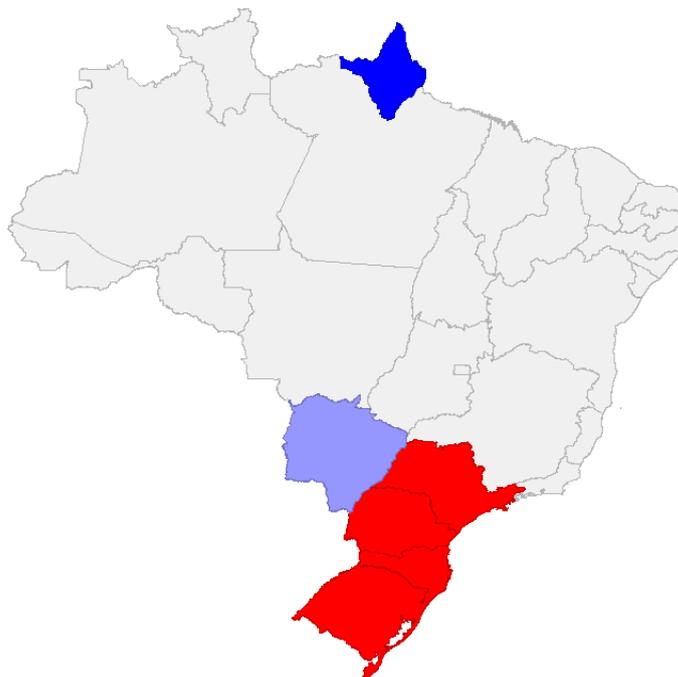
2007



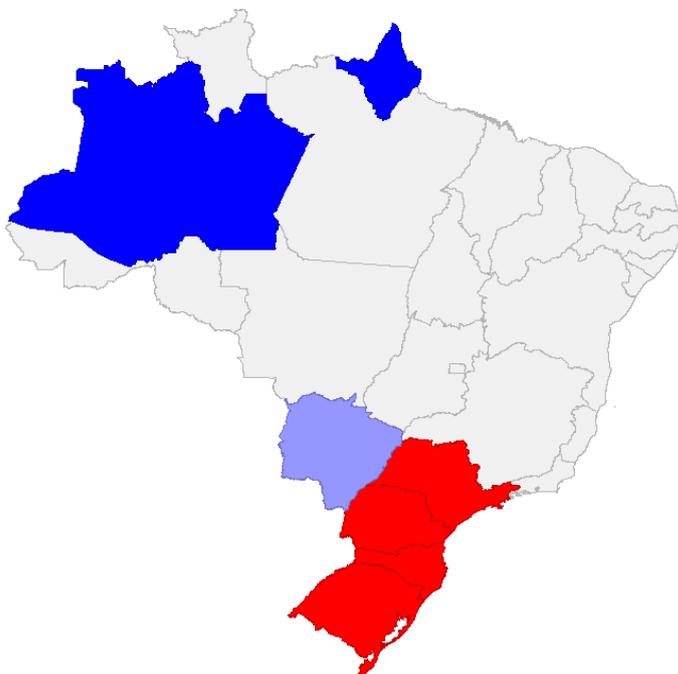
2008



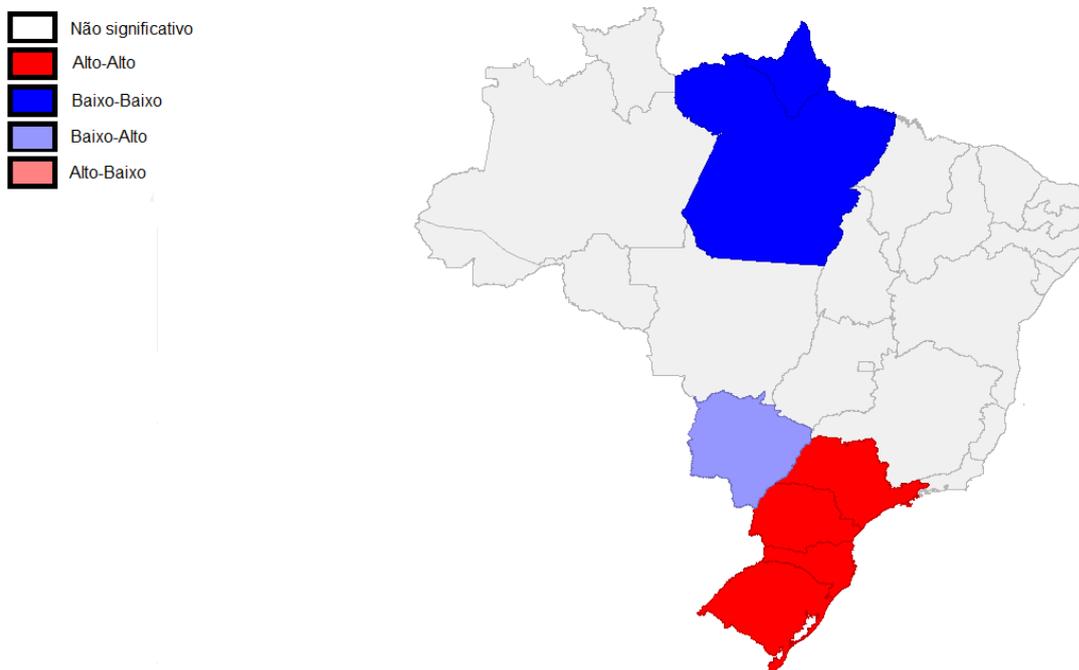
2009



2010



2011



Fonte: elaboração própria com base no software GeoDa 1.4.6

Pode-se concluir, através dos mapas de *clusters* da inovação, que o padrão de associação espacial não se alterou significativamente durante os onze anos da análise. Os estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul formaram um cluster do tipo alto-alto em todos os anos, ou seja, no período em questão, esses estados tiveram alto valor de geração de inovação e estiveram próximos geograficamente a estados também com alto valor de geração de inovação.

As mudanças espaciais da distribuição da inovação no Brasil ocorreram somente na situação de cluster do tipo baixo-baixo, no qual um estado com baixo valor de patentes per capita conta com dois estados vizinhos com baixos valores de patentes per capita também. Os estados que se revezaram nessa situação ao longo dos anos foram Amazonas, Amapá, Pará e Bahia.

O estado do Mato Grosso do Sul apareceu em todos os anos como um cluster do tipo baixo-alto, isto é, embora apresente baixa geração de inovação, possui dois estados vizinhos com alta taxa de geração de inovação. Essa situação foi a mesma para o estado de Goiás no ano de 2006, o qual também apresentou o estado de Minas Gerais como um cluster do tipo alto-alto.

Esta etapa da AEDE corrobora com a realidade da inovação tecnológica no Brasil: estados do sul e sudeste concentram a geração de inovação, enquanto que os estados da região norte e nordeste contribuem de forma pouco expressiva para o país.

6.3 ANÁLISE DA AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL BIVARIADA

O interesse no cálculo do I de Moran local bivariado é a verificação da existência de padrões de associação espacial entre duas variáveis, isto é, se a variável patente *per capita* guarda alguma relação com os valores das outras variáveis de outros estados. É o cerne desta pesquisa saber se estados com alta (baixa) geração de inovação estão situados próximos a estados com alto ou baixo índice de especialização e/ou índice de diversificação.

Os valores das estatísticas I de Moran bivariado para o período de 2001 a 2011 estão apresentados na próxima tabela.

Tabela 2 – Índice I de Moran bivariado das patentes *per capita* e índice de diversificação

Ano	I de Moran	$E(I)$	Erro padrão	t-stat I	p-value I
2001	-0,721	-0,0385	0,12	-6	$2,88 \cdot 10^{-6}$
2002	-0,747	-0,0385	0,127	-5,9	$3,74 \cdot 10^{-6}$
2003	-0,733	-0,0385	0,117	-6,24	$1,57 \cdot 10^{-6}$
2004	-0,736	-0,0385	0,114	-6,44	$9,69 \cdot 10^{-7}$
2005	-0,702	-0,0385	0,114	-6,15	$1,98 \cdot 10^{-6}$
2006	-0,698	-0,0385	0,116	-6,02	$2,72 \cdot 10^{-6}$
2007	-0,714	-0,0385	0,114	-6,28	$1,45 \cdot 10^{-6}$
2008	-0,664	-0,0385	0,111	-6	$2,91 \cdot 10^{-6}$
2009	-0,71	-0,0385	0,109	-6,51	$8,13 \cdot 10^{-7}$
2010	-0,655	-0,0385	0,112	-5,84	$4,31 \cdot 10^{-6}$
2011	-0,619	-0,0385	0,116	-5,33	$1,59 \cdot 10^{-5}$

Fonte: elaboração própria com base no software GeoDa 1.4.6

Observação: A matriz de ponderação espacial é do tipo K=2 vizinhos.

De posse destes dados, é possível afirmar que existe uma associação espacial negativa significativa para todo o período entre as variáveis patentes *per capita* e o índice de diversificação.

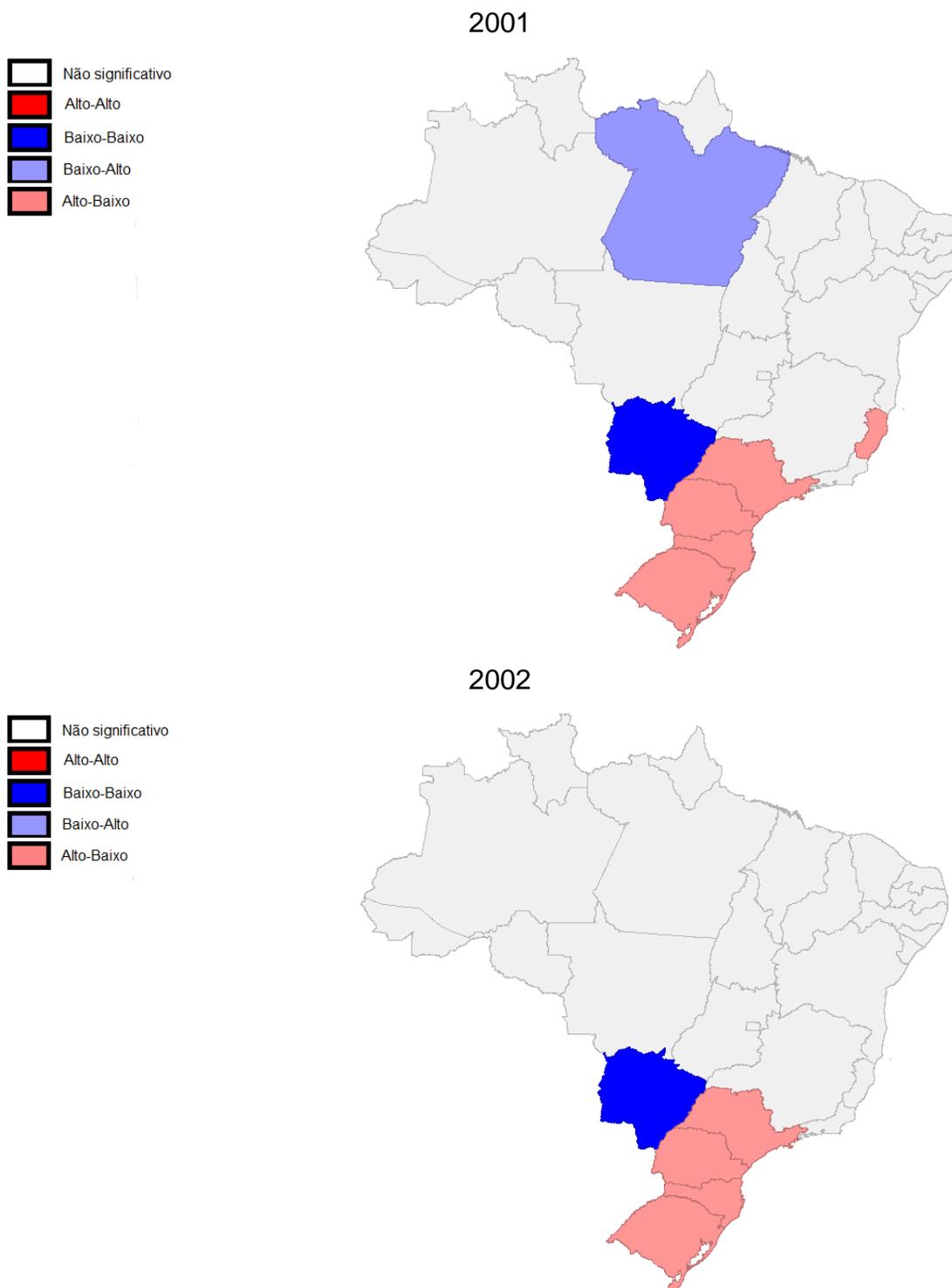
Isso quer dizer que estados com alto valor de geração de inovação estão rodeados de estados com baixos valores para D_t , cuja construção já detalhada metodologicamente mostra que baixos valores do índice indicam aumento da diversificação industrial. De maneira análoga, estados com baixos valores de patentes *per capita* são vizinhos de estados com valores altos para D_t .

Deste modo, a atividade inovativa está positivamente relacionada com as localidades que apresentem alto grau de diversificação industrial, o que

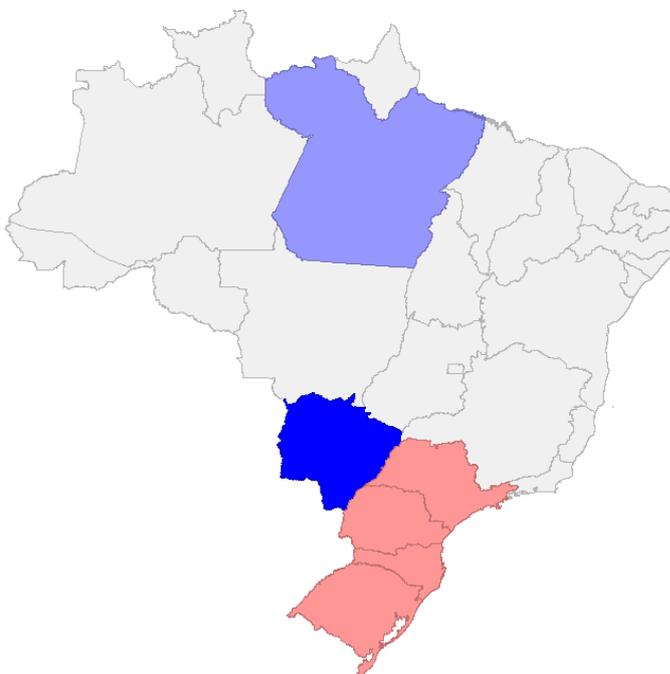
corroborar a hipótese de Jacobs (GONÇALVES e ALMEIDA, 2009; FELDMAN e AUDRETSCH, 1999; GLAESER *ET ALII*, 1992).

A figura 5 apresenta o mapa de clusters bivariados:

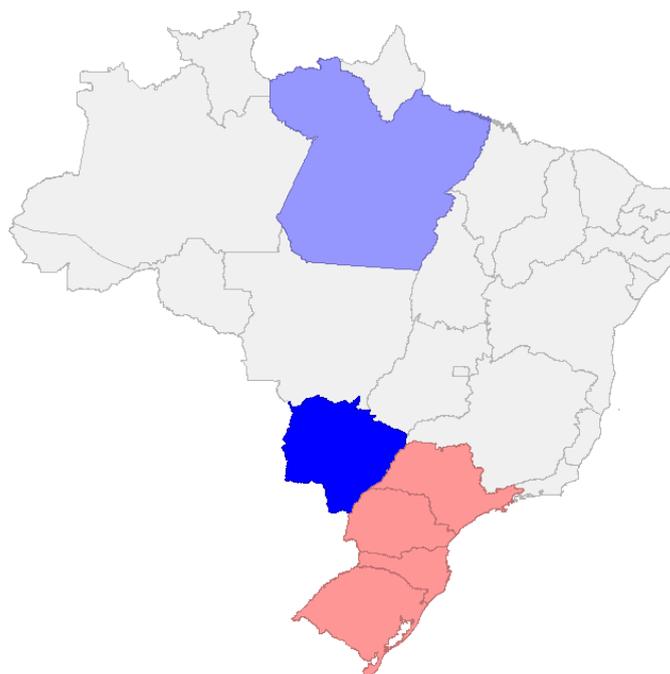
Figura 5 – Mapas de *clusters* bivariados das patentes *per capita* dos estados *versus* o índice de diversificação



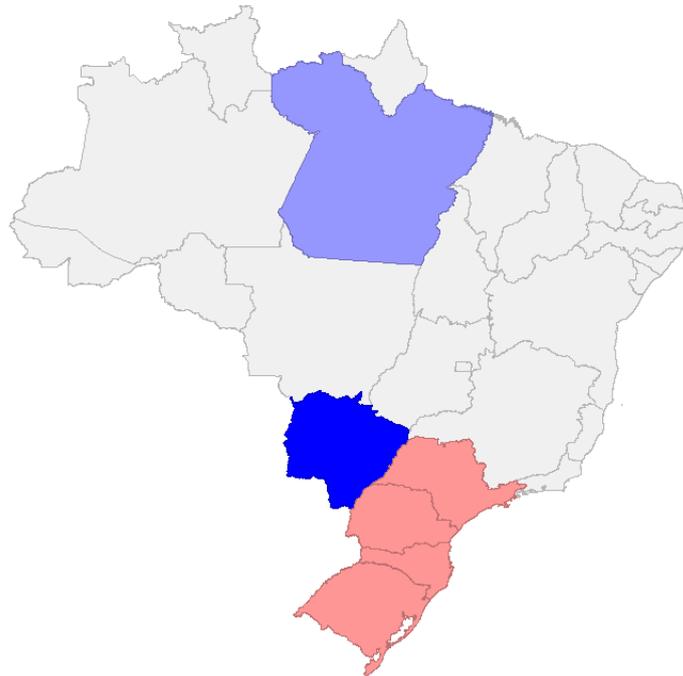
2003



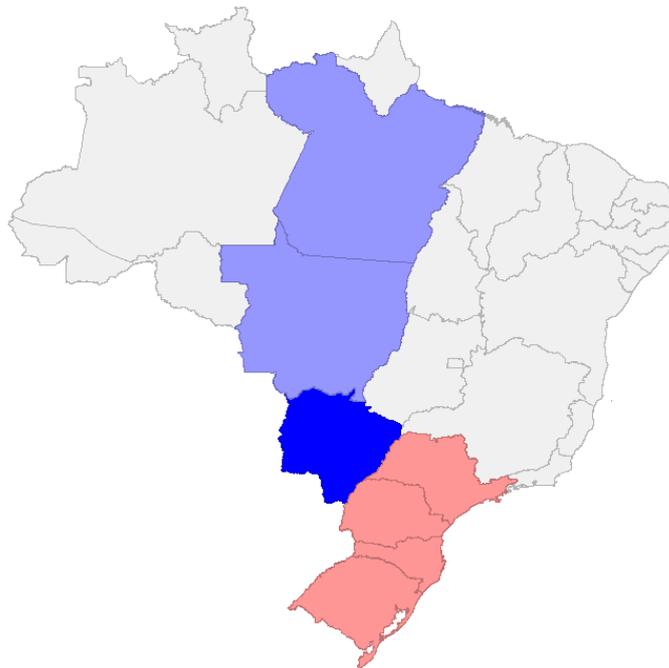
2004



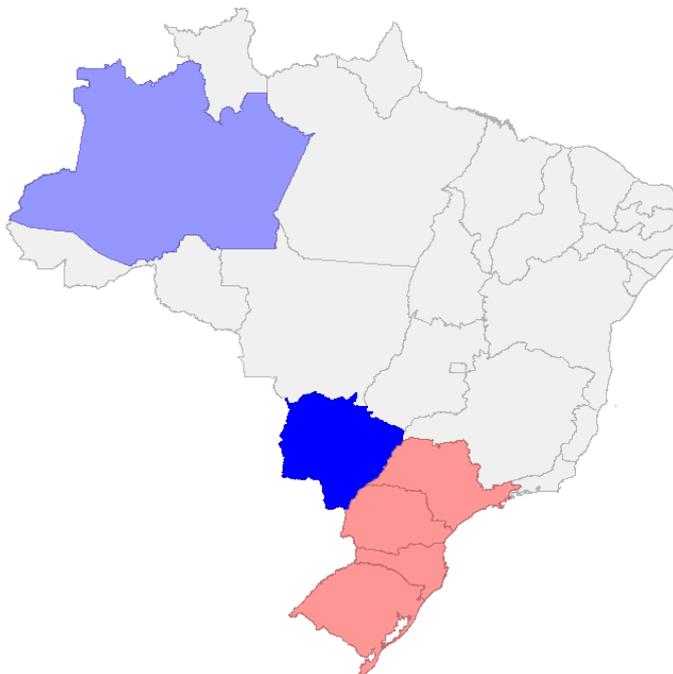
2005



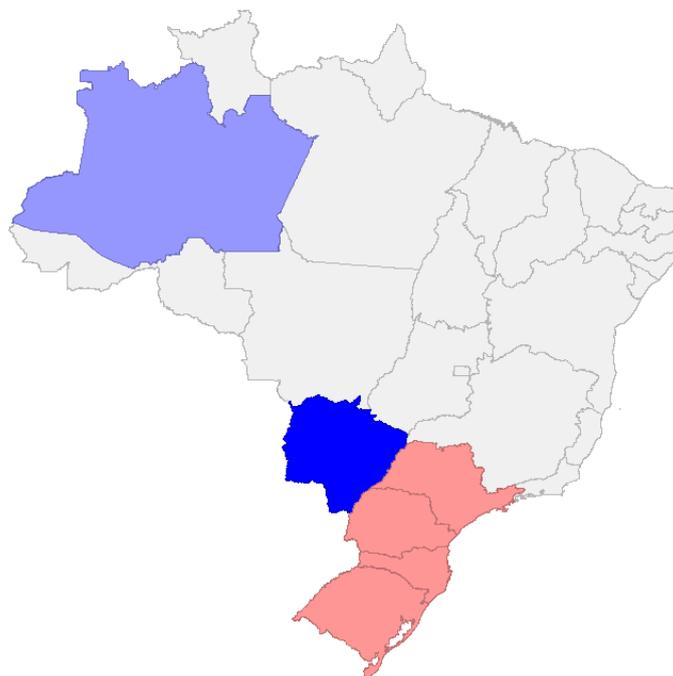
2006



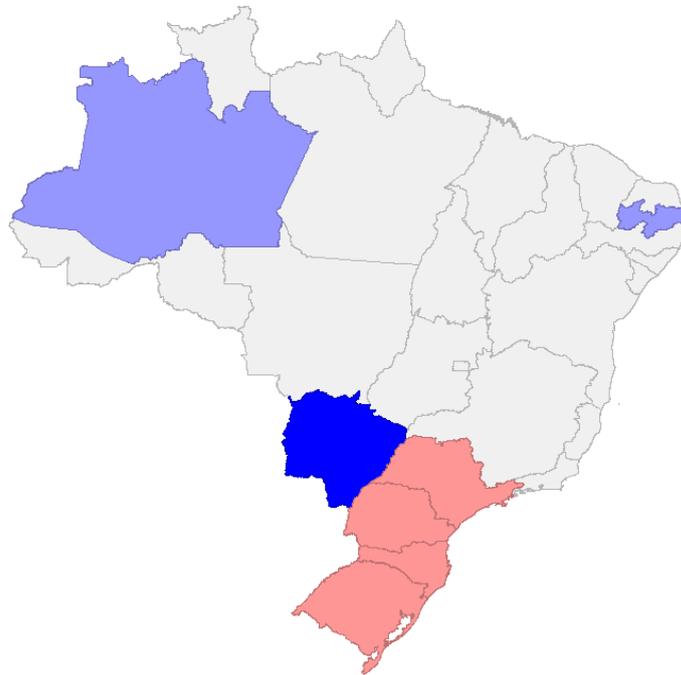
2007



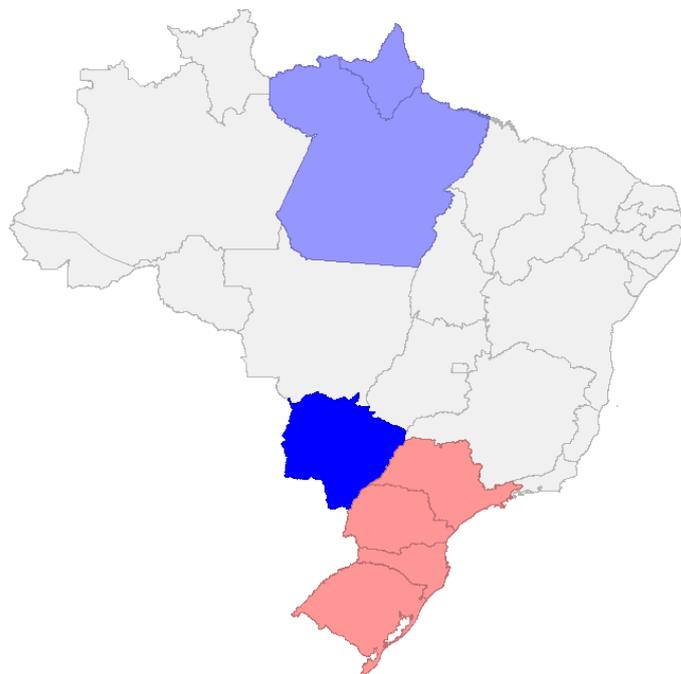
2008

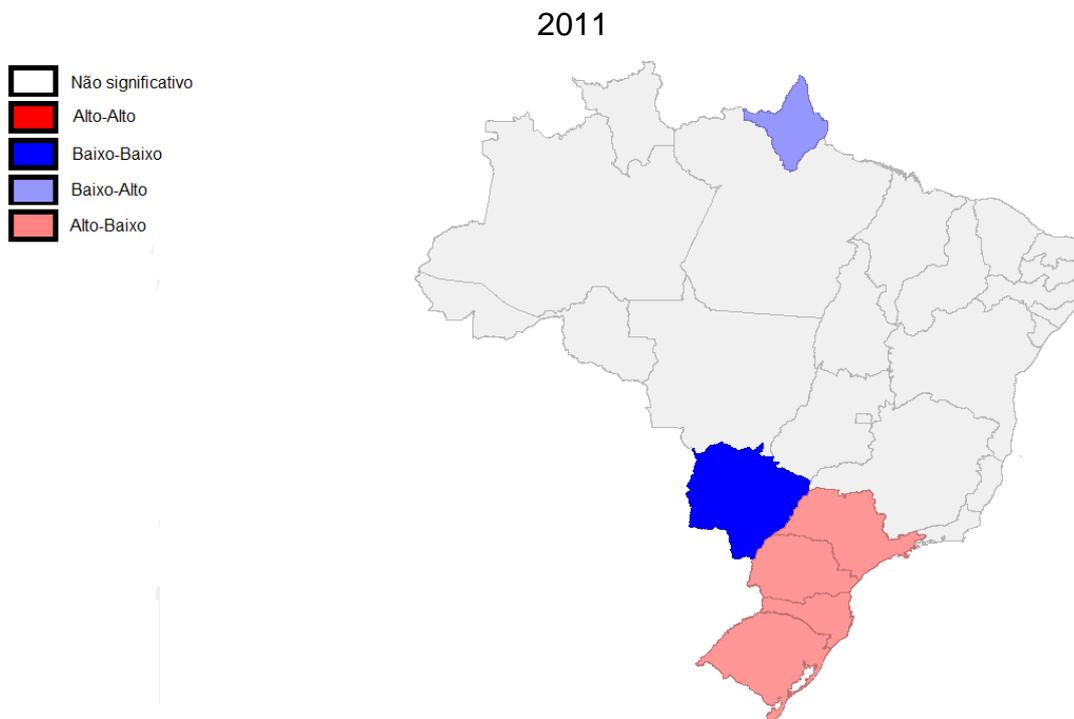


2009



2010





Fonte: elaboração própria com base no software GeoDa 1.4.6

A figura 5 mostra que houve algumas alterações espaciais na relação entre a geração de inovação pelos estados e o índice de diversificação industrial. *Clusters* do tipo baixo-alto - baixo valor de patentes *per capita* relacionados a alto índice de diversificação industrial – foram formados principalmente por estados do norte e nordeste do país. Pará, Amazonas, Amapá, Paraíba e o estado do Mato Grosso revezaram-se ao longo do período nessa configuração, que denota uma indústria pouco diversificada na vizinhança e poucos depósitos de patentes realizados por residentes destes estados.

Em todos os anos do período, os estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul formaram *clusters* do tipo alto-baixo, revelando que estes estados possuem alto desempenho na geração de inovação e estão rodeados por estados que apresentam baixos valores para D_t . O estado do Mato Grosso do Sul formou um *cluster* do tipo baixo-baixo em todos os anos do período, exatamente por que possui baixa geração de inovação e possui ao menos dois estados vizinhos com indústrias bastante diversificadas.

O mesmo exercício foi realizado confrontando as variáveis patentes *per capita* e o índice de especialização com a finalidade de testar a hipótese MAR,

de que uma indústria altamente especializada favoreceria o surgimento de inovação.

Tabela 3 – Índice I de Moran bivariado das patentes per capita e índice de especialização

Ano	I de Moran	E(I)	Erro padrão	t-stat I	p-value I
2001	-0,233	-0,0385	0,136	-1,71	0,0988
2002	-0,244	-0,0385	0,124	-1,97	0,0602
2003	-0,316	-0,0385	0,126	-2,51	0,019
2004	-0,318	-0,0385	0,12	-2,65	0,0137
2005	-0,307	-0,0385	0,117	-2,63	0,0144
2006	-0,313	-0,0385	0,122	-2,57	0,0164
2007	-0,396	-0,0385	0,122	-3,23	0,00342
2008	-0,51	-0,0385	0,138	-3,71	0,00104
2009	-0,635	-0,0385	0,123	-5,17	$2,4 \cdot 10^{-5}$
2010	-0,641	-0,0385	0,119	-5,4	$1,34 \cdot 10^{-5}$
2011	-0,596	-0,0385	0,127	-4,68	$8,45 \cdot 10^{-5}$

Fonte: elaboração própria com base no *software* GeoDa 1.4.6

Observação: a matriz de ponderação espacial utilizada foi a de K=2 vizinhos.

Os resultados mostram coeficientes estatisticamente significativos, revelando que existe associação espacial entre geração de inovação de um estado e o grau de especialização industrial de sua vizinhança. Essa associação é, no geral, negativa, ou seja, estados com alto valor de patentes per capita tem ao menos dois vizinhos com baixo índice de especialização industrial. Isso quer dizer que indústrias mais especializadas não contribuem para o aumento ou melhoramento do conjunto atuante na geração de inovação e descarta, *a priori*, para os estados brasileiros no período de 2001 a 2011, a hipótese do tipo MAR.

A figura 6 mostra os mapas de clusters bivariados para o período.

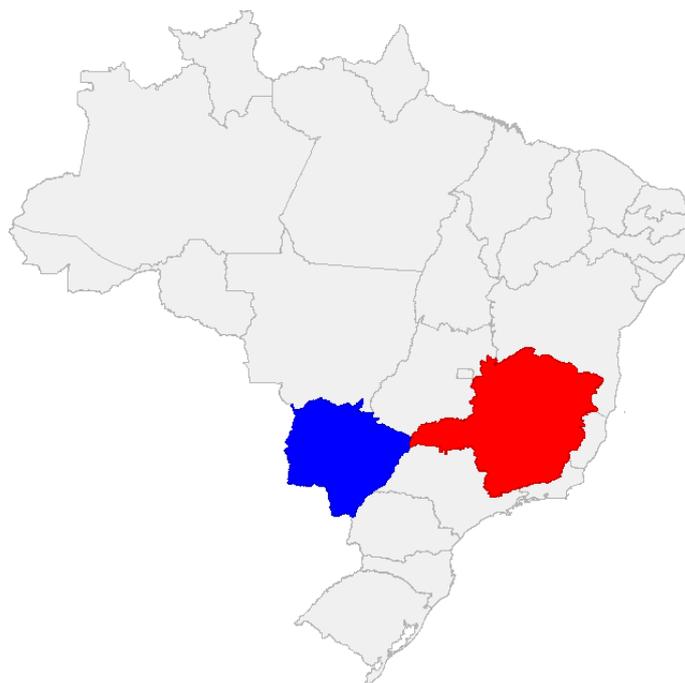
2003



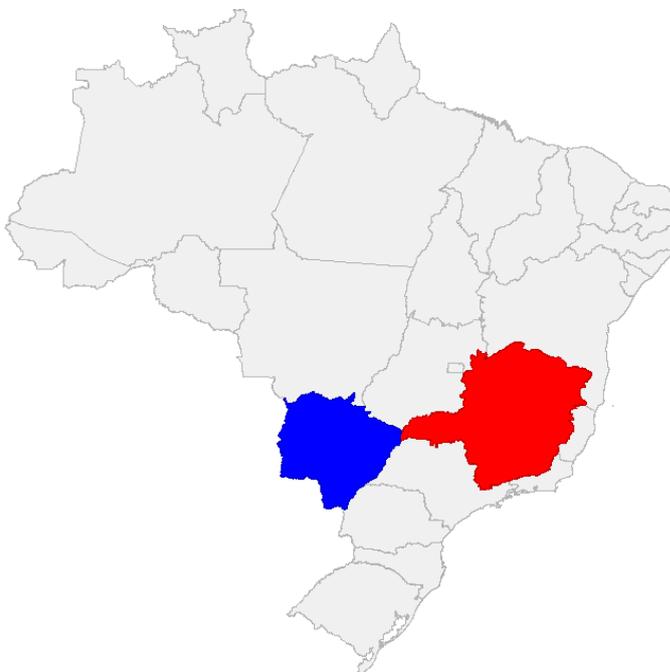
2004



2005



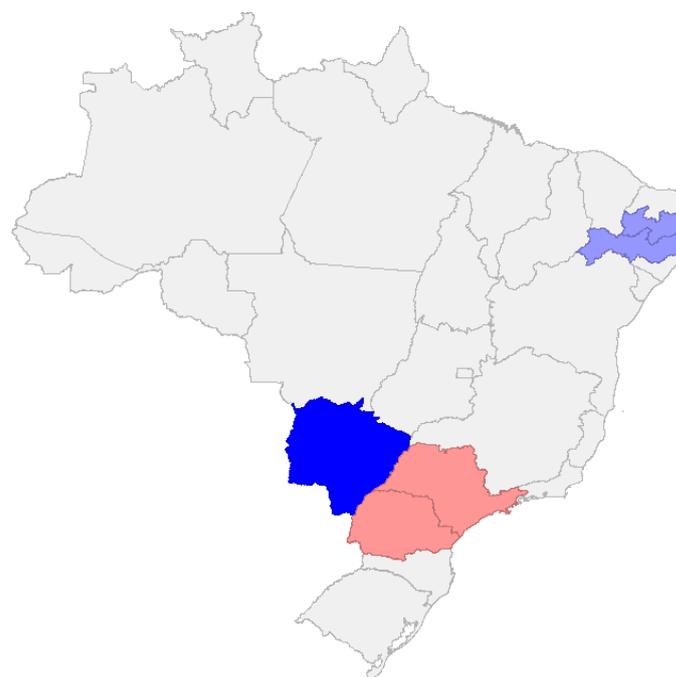
2006



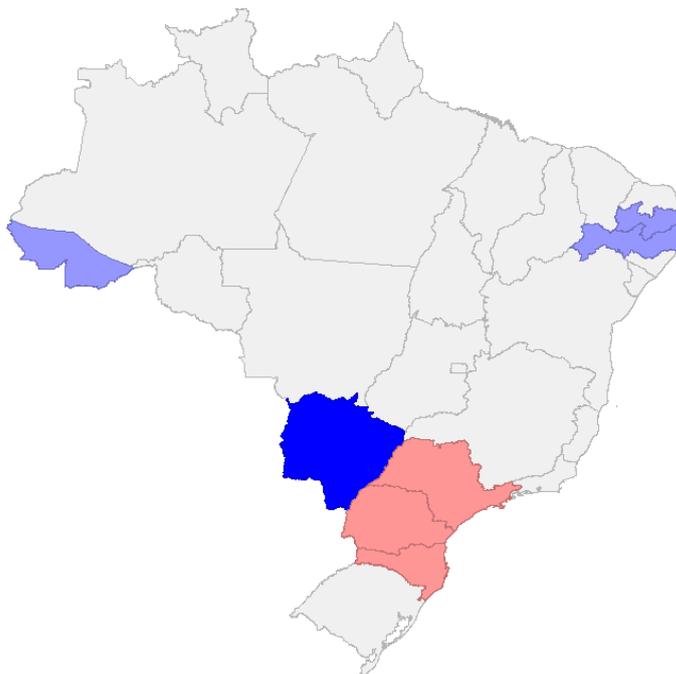
2007



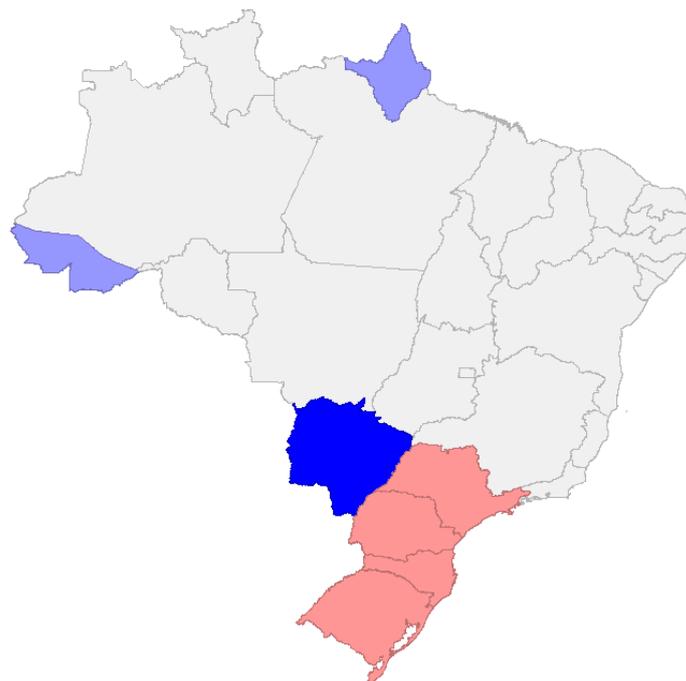
2008



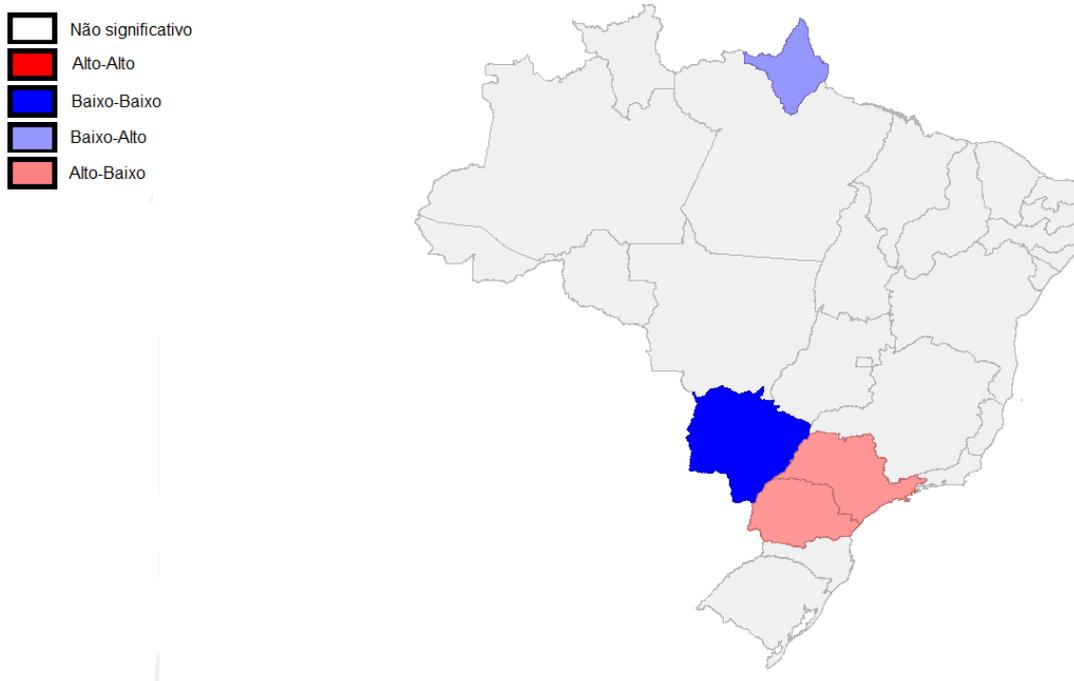
2009



2010



2011



Fonte: elaboração própria com base no programa GeoDa 1.4.6

Esses mapas mostram que, embora estatisticamente significativos, os *clusters* bivariados entre patenteamento per capita e índice de especialização mostram situações não condizentes com o esperado.

Através da análise individual de cada mapa, pode-se perceber que houve muitas alterações espaciais para essa associação. Os estados do norte, nordeste e centro-oeste, de maneira geral, possuem estrutura industrial menos diversificada, não pela indução à especialização como forma de alavancar o desenvolvimento, mas sim por restrições.

Clusters do tipo alto-alto afirmariam a existência da hipótese MAR, mas só ocorreram nos anos de 2001 e 2005, no estado de Minas Gerais. Para este estado, especialmente, existe uma associação positiva entre o número de depósitos de patentes *per capita* e a vizinhança com uma estrutura industrial mais especializada.

O estado do Mato Grosso do Sul configurou um *cluster* do tipo baixo-baixo em todos os anos do período. Isso mostra que a baixa geração de inovação deste estado está associada espacialmente com a baixa especialização da indústria circunvizinha.

A partir do ano de 2008, o estado de São Paulo passou a configurar um *cluster* do tipo alto-baixo, juntamente com os estados do sul do Brasil. A

interpretação para essa formação pode estar associada ao fato de que a construção do índice de especialização, ao tomar valores agregados, que é o caso desta pesquisa, não revela que alta especialização da indústria nesses estados é fruto de poucas oportunidades de crescimento industrial, e muitas vezes refletem tão somente a exploração de recursos naturais e transformação industrial de baixo valor agregado. Definitivamente, para a geração de inovação tecnológica, tal situação não contribui.

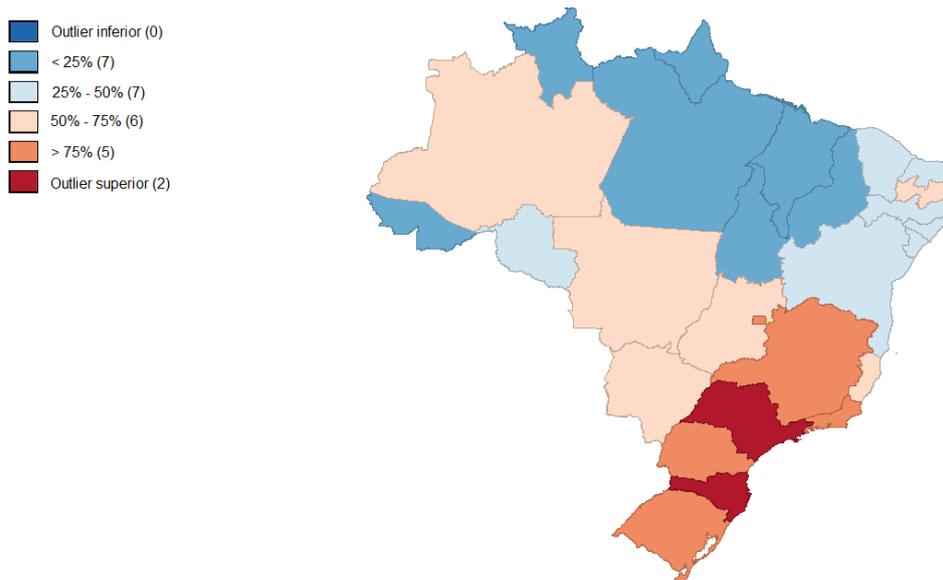
6.4 DETECÇÃO DE OUTLIERS E PONTOS DE ALAVANCAGEM

A detecção de *outliers* e pontos de alavancagem foi feita com base na média das patentes *per capita* para o período de 2001 a 2011. A intenção é identificar os estados que apresentam valores médios muito diferentes dos outros estados.

A ferramenta utilizada foi o *box map*, através do programa GeoDa, que realiza o mapeamento dos valores dos quartis registrados nos respectivos estados. Com isso, são considerados *outliers* globais superiores, neste trabalho, os estados que estão, no mínimo, 1,5 vezes o valor do intervalo interquartil².

Pela figura 7 pode-se perceber que não há nenhum outlier inferior, ou seja, nenhum estado apresenta valor médio de patente per capita muito abaixo (1,5 vezes menor do que o valor do intervalo interquartil) do que outros estados.

Figura 7 – *Box Map* da média das patentes per capita no período 2001-2011



Fonte: elaboração própria com base no programa GeoDa 1.4.6

² Outra opção do programa é estabelecer o limite em 3 vezes o valor do intervalo interquartil.

Os valores entre parênteses na legenda no *Box Map* mostram a quantidade de estados que pertencem àquele intervalo. Como *outliers* superiores estão os estados de São Paulo e Santa Catarina e a maior parte dos estados brasileiros (14 estados do Norte e Nordeste) situam-se nos intervalos inferiores – menos de 50% das patentes *per capita*. Com mais de 75% das patentes *per capita* no período temos os estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Este mapa da figura 7 está de acordo com o mapa apresentado na figura 3, que mostra a concentração espacial da geração de inovação média nos estados e comprova que, em média, não houve alteração da disposição espacial da inovação entre os estados brasileiros.

O diagrama de dispersão de Moran também permite a identificação dos *outliers* e dos pontos de alavancagem espaciais. Foi calculado³ o índice *I* de Moran para a média das patentes *per capita* no período de 2001 a 2011 para aos 27 estados e percebeu-se que os estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul aumentam a autocorrelação espacial, uma vez que sem estes estados o índice calculado apresentou menor valor. Isso comprova que estes estados são pontos de alavancagem. Lembrando que pontos que se encontram a mais de dois desvios padrões do centro nos quadrantes superior direito (AA) e inferior esquerdo (BB) são considerados pontos de alavancagem e pontos que se encontram a mais de dois desvios padrões do centro nos quadrantes superior esquerdo (AB) e inferior direito (BA) são considerados *outliers* espaciais.

³ *I* de Moran para as 27 observações = 0,84686***

I de Moran para as 23 observações = 0,699***

*** estatisticamente significativo a 5% de significância

7 ESTIMAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS DOS MODELOS DE DADOS EM PAINEL

7.1 ESTIMAÇÃO DOS MODELOS

Definida a forma funcional, pode-se seguir para a estimação dos coeficientes do modelo. Como forma de avaliar a significância das variáveis e ter uma base comparativa para as próximas estimações, primeiramente estimou-se o modelo sem nenhum tipo de efeito (fixo ou aleatório) e sem o efeito da dependência espacial (*Pooled OLS*).

Neste modelo as 297 observações do painel serão estimadas juntas, negligenciando a natureza combinada de uma série temporal e uma *cross section* dos dados. O maior problema deste tipo de estimação para dados em painel é negar a heterogeneidade ou inividualidade que pode existir entre os 27 estados.

Tabela 4 – Resultados dos modelos estimados por MQO e do modelo de efeitos fixos (LSDV)

Variáveis	Modelo (MQO)	Modelo (LSDV)
Constante	-3,28E-06 (0,369)	0,0000191 (0,000)
I_{t-1}	0,5690773 (0,000)	0,1890778 (0,001)
CT_{t-1}	6,92E-10 (0,753)	-5,79E-09 (0,000)
S_t	0,0000371 (0,000)	-0,0000118 (0,054)
D_t	-0,0000441 (0,000)	6,53E-07 (0,894)
E_t	4,00E-11 (0,000)	3,19E-11 (0,000)
R^2	0,8021	0,7169
AIC	-6430,1413	-6981,262
Teste Jarque Bera	293,6***	64,24***
Teste Hausman	-	32,36***

Fonte: Elaboração própria com base no programa Stata 12.

Variável dependente: I_t .

*** Resultados estatisticamente significativos ao nível de 5%.

Observação: A probabilidade de $p > t$ encontra-se entre parênteses.

Na tabela 4, encontram-se os resultados das estimações do modelo de dados agrupados por MQO e do modelo de efeitos fixos, sem o tratamento da dependência espacial, estimado por Mínimos Quadrados Variáveis *Dummies* (LSDV).

É possível observar que, no modelo estimado por MQO, todas as variáveis explicativas apresentaram os sinais esperados e apenas a variável gastos com C&T não é significativa. O poder explicativo do modelo, medido pelo coeficiente R^2 , é de 80,21% e a hipótese de não normalidade dos resíduos é confirmada pelo teste Jarque Bera.

Caso não haja efeitos não observados, a estimação do modelo por *pooled OLS* é bastante adequada, como mostram os resultados obtidos. Entretanto, o modelo teórico incita a existência de efeitos não observados, como a atratividade econômica regional e os incentivos legais e políticos à determinadas atividades econômicas, além da própria hipótese de que o espaço geográfico interfere nas variáveis sob estudo. Assim, a estimação por MQO, na presença de heterogeneidade não observada, não é a melhor opção justamente por produzir estimativas enviesadas.

Isto posto, o teste de Hausman foi realizado para sinalizar qual tratamento seria o mais adequado aos efeitos não observados: efeitos fixos ou efeitos aleatórios. O teste indicou que a estimação por efeitos fixos é a mais adequada, rejeitando a hipótese nula de que a modelagem por efeitos aleatórios seria mais apropriada.

Os resultados da tabela 4 mostram que, estimado por LSDV, nem todas as variáveis do modelo seguiram os sinais esperados, tampouco foram todas significativas. Nesse caso, a variável que mede os gastos com C&T apresentou sinal negativo, apesar de ser estatisticamente significativa, o que contraria os pressupostos teóricos deste trabalho. A variável diversificação industrial, não significativa, apresentou sinal inverso do esperado também, assim como a variável especialização. Esta abordagem do modelo ainda não incorporou a dependência espacial e é a primeira abordagem da especificação mostrada pela equação (8).

Assim como o modelo estimado por MQO, o modelo LSDV apresentou alto poder de explicação (71,69%) e, pelo teste Jarque Bera, a hipótese de normalidade dos resíduos foi rejeitada.

Comparando-se as duas especificações através da tabela 4, pode-se perceber que ambos explicam bem o modelo e que a significância estatística das variáveis alterou-se entre uma especificação e outra. Os resultados mostram que, de acordo com os pressupostos teóricos, o modelo estimado por MQO se mostrou mais adaptado ao que se esperava da estimação, além de possuir um coeficiente de determinação mais alto.

O teste Breusch-Pagan⁴ foi feito para verificação de heterocedasticidade do modelo estimado por MQO e indica a presença de heterocedasticidade na estimação. Como visto, a ausência de distribuição normal dos resíduos e a presença de heterocedasticidade são fatores que tornam estimativas por MQO ineficientes. Para o modelo estimado por LSDV, o teste de Wald⁵ também acusou presença de heterocedasticidade.

O critério de informação de Akaike (AIC) indica que a estimação por efeitos fixos, embora tenha apresentado divergências em relação aos resultados esperados, é a mais indicada. Com estes resultados, a hipótese de que o fenômeno em estudo é influenciado por efeitos específicos não observados é válida.

Diante do exposto, a presença da heterocedasticidade e a não-normalidade dos resíduos pedem, como solução, a estimação pelo método dos Mínimos Quadrados Generalizados Exequíveis (MQGE).

Tabela 5 – Teste de dependência espacial para os resíduos das estimações *cross-section* através de MQO

Ano	I de Moran	Média	Erro padrão (I)	p-value (I)	Prob.
2001	0,125680	-0,0385	0,124	1,1766172	0,2393485
2002	-0,072842	-0,0385	0,124	0,0228480	0,9817715
2003	0,127988	-0,0385	0,124	1,4162697	0,1566967
2004	0,093957	-0,0385	0,124	1,0718948	0,2837674
2005	0,000686	-0,0385	0,124	0,4677137	0,6399893
2006	-0,168430	-0,0385	0,124	-0,710885	0,4771551
2007	-0,065899	-0,0385	0,124	-0,054271	0,9567187
2008	0,141424	-0,0385	0,124	1,5059539	0,1320791
2009	0,242545	-0,0385	0,124	2,0686028	0,0385832
2010	0,190224	-0,0385	0,124	1,8829629	0,0597053
2011	0,403602	-0,0385	0,124	3,3007269	0,0009645

Fonte: Elaboração própria com base no programa GeoDa 1.4.6

A tabela 5 apresenta os resultados do teste de I de Moran para os resíduos da amostra. Feita a estimação *cross-section* dos termos de erro, a dependência espacial foi testada a fim de que fossem capturados os efeitos espaciais não somente nas variáveis explicativas, como também na forma de autocorrelação espacial dos resíduos. Os resultados indicam a existência de dependência espacial nos anos de 2009 e de 2011, ao nível de 5% de significância e no ano de 2010, ao nível de 10% de significância. Isso mostra que existe correlação espacial entre as unidades da *cross-section*⁶.

⁴ Teste realizado pelo software Stata 12. BP= 111,77 (resultado significativo ao nível de 5% de significância).

⁵ Teste realizado pelo software Stata 12. Wald=21420,62 (resultado significativo ao nível de 5% de significância).

⁶ Cross-section dependence (CD): falta de independência entre as unidades da cross-section.

Tabela 6 – Resultados das estimações por Mínimos Quadrados Generalizados Exequíveis (MQGE)

Variáveis	Modelo (2)	Modelo (3)	Modelo (4)	Modelo (5)	Modelo (6)	Modelo (7)
Constante	5,64e-06 (0,013)	6,95e-06 (0,001)	6,57e-06 (0,009)	6,91e-06 (0,006)	7,25e-06 (0,001)	7,07e-06 (0,002)
I_{t-1}	0,9025809 (0,000)	0,9064716 (0,000)	0,8996417 (0,000)	0,8991505 (0,000)	0,9065095 (0,000)	0,9012564 (0,000)
CT_{t-1}	-5,53e-08 (0,024)	-5,87e-08 (0,006)	-3,93e-08 (0,156)	-4,44e-08 (0,106)	-5,91e-08 (0,005)	-4,41e-08 (0,093)
S_t	-,0000139 (0,001)	-0,000012 (0,002)	-0,0000137 (0,002)	-0,0000135 (0,002)	-0,0000118 (0,003)	-0,0000121 (0,003)
D_t	-5,05e-06 (0,295)	-8,26e-06 (0,061)	-5,19e-06 (0,297)	-6,27e-06 (0,204)	-8,97e-06 (0,048)	-7,70e-06 (0,098)
E_t	0,0001556 (0,005)	0,0001445 (0,002)	0,0001354 (0,018)	0,0001385 (0,014)	0,000134 (0,006)	0,00013 (0,017)
W_I_t	-0,0080181 (0,194)			0,0940154 (0,009)	0,0039267 (0,568)	
W_I_{t-1}			0,0052663 (0,670)	0,0905668 (0,009)		0,0086932 (0,433)
$W_{CT_{t-1}}$			-1,04e-08 (0,296)	-1,60e-08 (0,112)		-7,38e-09 (0,403)
W_{S_t}			1,40e-06 (0,584)	-5,53e-07 (0,833)		9,06e-07 (0,697)
W_{D_t}			-2,31e-06 (0,257)	-1,17e-06 (0,569)		-1,18e-06 (0,552)
W_{E_t}			0,0000158 (0,442)	0,0000265 (0,002)		7,57e-06 (0,678)
λ		-0,0456314 (0,018)			-0,0534442 (0,022)	-0,041154 (0,092)
Akaike	-23,9408	-23,9459	-23,9059	-23,9247	-23,9387	-23,9126
Schwarz	-23,8537	-23,8713	-23,7691	-23,7755	-23,8516	-23,7758

Fonte: Elaboração própria com base no programa Stata 12

Obs.: Variável dependente: I_t

Entre parênteses encontram-se o valor de $p > |t|$

A constante representa o vetor de efeitos fixos para cada estado.

A tabela 6 apresenta os resultados das estimações dos seis modelos expostos na seção 4.3. Os critérios de seleção serão a inexistência de autocorrelação espacial dos resíduos e, em segundo lugar, o menor valor do critério de informação Akaike (AIC) apresentado.

Almeida (2012) sugere que seja feito o teste de Breusch-Pagan para efeitos não observáveis nos resíduos e que esse deve ser o primeiro critério de escolha para os modelos. Ou seja, é recomendado que não exista dependência espacial nos resíduos dos modelos. Entretanto, para Cardoso *et al.* (2013) a literatura ainda está avançando na parte de testes residuais para painéis espaciais. Sen e Bera (2011), por exemplo, mostram que o teste Breusch-Pagan tem “excessivo tamanho” causando “excesso de rejeição” para painéis espaciais, principalmente na presença de *cross-section dependence* (CD). O teste pode apresentar com muita frequência erro do tipo I, rejeitando a hipótese nula quando ela não deveria ser rejeitada. Provavelmente por conta da explicação de Sen e Bera (2011), todos os modelos rejeitaram a hipótese nula do teste. Por isso, foi escolhido o modelo que mais se aproximou de não rejeitar a hipótese nula, o modelo de Durbin espacial (modelo 5), ainda que este não tenha apresentado o menor valor do critério de Akaike.

Tabela 7- Resultado do I de Moran para dependência espacial nos resíduos dos modelos

	Modelo (2)	Modelo (3)	Modelo (4)	Modelo (5)	Modelo (6)	Modelo (7)
I de Moran	-0,2226 (0,8239)	-0,2869 (0,7742)	-0,0895 (0,9287)	0,9230 (0,3560)	-0,2803 (0,7793)	-0,0909 (0,9276)

Fonte: elaboração própria com base no programa Stata 12

Obs.: Entre parênteses encontram-se p-value > Z

Baseado nos resultados da tabela 6, serão avaliados os determinantes da atividade inovadora dos estados brasileiros: o efeito *spillover* da diversificação e especialização industrial, a capacidade de investir em ciência e tecnologia, a dotação de capital humano em cada estado e os transbordamentos espaciais que ocorrem entre os estados.

7.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção, serão feitas as análises das variáveis explicativas consideradas no modelo de Durbin espacial.

A variável que representa a inércia temporal da geração de inovação (I_{t-1}) apresentou sinal positivo e significância estatística. Isso mostra que a

geração de inovação nos estados brasileiros é positivamente afetada pela geração de inovação de um período passado, no caso, um ano. Esse resultado vai de encontro com o indicado na teoria, de que a inovação segue uma trajetória pré-estabelecida (*path-dependence*).

Para Redding (2002), cada inovação desenvolvida lança um conjunto de oportunidades para o desenvolvimento de inovações secundárias e essa trajetória histórica do desenvolvimento tecnológico influencia, inclusive, os incentivos que os agentes buscam ao tentarem desenvolver novas tecnologias. Dessa maneira, é possível concluir que a inércia temporal da geração de inovação nos estados brasileiros é um importante determinante da geração de inovação atual.

A variável que representa os gastos públicos com C&T (CT_{t-1}) defasados temporalmente além de apresentar sinal negativo, não apresentou significância estatística. Esperava-se que os gastos com C&T influenciassem positivamente a geração de inovação, entretanto esse resultado invalida esta hipótese nesta pesquisa. Resultado semelhante foi encontrado em Gonçalves (2007a) e reforça a hipótese de que, em geral, gastos com o setor de pesquisa e desenvolvimento não são significativos estatisticamente em termos regionais.

Os gastos com C&T utilizados neste trabalho consideram os gastos com as secretarias estaduais de C&T e institutos de pesquisas subordinados; as fundações de amparo à pesquisa ou assemelhadas; as empresas estaduais de pesquisa agropecuária, demais institutos de pesquisa das áreas, por exemplo, de meio-ambiente, saúde e educação. Os selecionados para receber esses recursos são projetos e atividades classificados na função ciência e tecnologia (C&T), ou em uma de suas subfunções: desenvolvimento científico, desenvolvimento tecnológico e engenharia e difusão do conhecimento científico e tecnológico.

Desse modo, pode-se presumir que estes gastos sejam, sobretudo, em pesquisas acadêmicas que não chegam a gerar inovação. No trabalho de Co (2002), resultado similar foi encontrado e o autor conclui que o P&D acadêmico não contribui para inovação americana.

Tal resultado pode ser justificado também pelo próprio sistema de inovação brasileiro que, segundo Gonçalves (2007), é centrado em segmentos tecnológicos de média e baixa intensidade e pouco baseado em gastos em P&D realizados pelas firmas. Assim, esse tipo de gasto não tem impacto na geração de inovação pelos estados.

A externalidade de diversificação, medida pela variável (D_t), apresentou o sinal negativo esperado, embora não seja estatisticamente significativa. Essa variável se comportou de maneira diversa entre os modelos estimados e em alguns, como é possível perceber na Tabela 6, se apresentou estatisticamente

significativa.

As externalidades de especialização foram representadas pela variável (S_t), que não apresentou o sinal esperado, mas é estatisticamente significativa. Isso mostra que, estudando o recorte estadual do país, externalidades de especialização industrial dificultam a geração de inovação. Logo, no período em análise, é possível rejeitar a hipótese do tipo MAR de que estruturas produtivas mais especializadas propiciariam a inovação regional.

Tanto o índice de especialização, quanto o índice de diversificação, mostram não impactar positivamente a geração de inovação nos estados brasileiros. Pelo fato de que, em alguns modelos estimados, o coeficiente da variável (D_t) ter sido positivo, é presumível que haja a influência positiva da diversificação produtiva na geração de inovação e que a influência da especialização seja negativa neste período em análise. Parte deste resultado é devido ao fato de ter sido adotada uma unidade espacial bastante agregada (BEAUDRY e SCHIFFAUEROVA, 2009).

A variável (E_t) que mede a dotação de capital humano através do número de matrículas no ensino superior, apresentou o sinal positivo esperado e significância estatística. Para Bilbao-Osorio e Rodríguez-Pose (2004), quanto maior o nível de escolaridade, maior a qualificação dos trabalhadores e, conseqüentemente, maior sua capacidade de transformar o investimento em P&D em inovação. Gonçalves e Almeida (2009) também encontraram relação positiva entre inovação e escolaridade.

Assim, é possível reconhecer que a geração de inovação requer alta dotação de capital humano, representada pela força de trabalho capacitada que gera e difunde conhecimento.

O aumento no número de matrículas no ensino superior ocorreu em todos os estados brasileiros entre os anos de 2001 e 2011 e contribui positivamente com a geração de inovação, em forma de depósitos de patentes. A concentração espacial da educação nos estados do Sul e Sudeste é positivamente relacionada com a concentração espacial da inovação no Brasil, tanto em número de instituições de ensino superior quanto em número de matrículas.

Quanto às variáveis defasadas espacialmente, o efeito do transbordamento desta última variável (E_t) é positivo e estatisticamente significativo. Ou seja, o aumento de capital humano dos vizinhos influencia diretamente na geração de inovação dos estados.

O coeficiente da variável que mede o transbordamento da variável de inércia temporal da inovação ($W_{I_{t-1}}$) é positivo e estatisticamente significativo, revelando que as trajetórias pré-estabelecidas da inovação não ficam contidas

apenas no território em que foram geradas, mas transbordam aos vizinhos.

A variável inovação defasada espacialmente (W_I_t) apresentou sinal positivo e significância estatística, o que demonstra que a atividade inovativa em vizinhos afeta positivamente a inovação nos estados brasileiros.

A proximidade geográfica pode ser a influência espacial mais relevante nesse sentido, assim como o compartilhamento de infra-estrutura e concentração de mão-de-obra qualificada para a localização das firmas e instituições que atuam na geração de inovação no Brasil. Outras razões para que esse efeito transbordamento seja positivo são: o acesso da grandes mercados consumidores e aglomeração de indústrias em segmentos similares.

As outras variáveis defasadas espacialmente (W_{CT}_{t-1} , W_{S_t} , W_{D_t}) não apresentaram significância estatística e apresentaram sinal negativo em seus coeficientes. Isso mostra que, para este caso, os efeitos *spillovers* dessas variáveis não são relevantes e não impactam na geração de inovação dos estados brasileiros.

Para Gonçalves e Almeida (2009), o Brasil tem um sistema nacional de inovação que se caracteriza pela imaturidade, uma grande parte de patentes depositadas por pessoas físicas, um carácter ocasional de atividades inovadoras, um carácter adaptável e incremental das inovações, uma importante influência das empresas multinacionais, em comparação com empresas nacionais, uma parcela desproporcional das pequenas empresas em atividades de patenteamento e um baixo grau de inter-relações entre os agentes constitutivos do sistema nacional de inovação, como as relações universidade-empresa.

Essas características podem ter influenciado os resultados dessa pesquisa, uma vez que os dados agregados por estado podem dificultar a pormenorização de situações diferentes do geral, como a ocorrência de “ilhas” tecnológicas espalhadas pelo Brasil, que possivelmente apresentariam resultados diferentes dos aqui encontrados.

8 EPÍLOGO

O principal objetivo dessa dissertação foi mapear a distribuição espacial da geração de inovação no Brasil, no período entre os anos 2001 e 2011, dando especial atenção ao papel das externalidades de especialização e diversificação industrial.

A metodologia utilizada, dividida entre a análise exploratória de dados espaciais (AEDE) e a estimação de modelos de regressão utilizando dados em painel com efeitos espaciais, permitiu constatar que a atividade tecnológica nos estados brasileiros é caracterizada pela autocorrelação espacial.

Através da AEDE, pode-se perceber que o padrão de associação espacial não se alterou significativamente durante o período em análise. Os estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul formaram um *cluster* do tipo alto-alto em todos os anos. A persistência desse padrão durante os onze anos observados comprova que o efeito de vizinhança foi determinante na manutenção de altos níveis de geração de inovação. Cabe observar que, embora existam meios legais de incentivo à inovação tecnológica para os estados das outras regiões do país, não houve movimento na distribuição espacial da inovação no Brasil.

Os resultados das estimações econométricas mostraram que, para os estados brasileiros no período em análise, os determinantes da geração de inovação foram a dotação de capital humano e o fator da inércia temporal da inovação. Essas duas variáveis afetam positivamente a quantidade de patentes depositadas, seja por disponibilizar indivíduos mais qualificados para a produção científica, seja por aumentar as oportunidades de geração de inovação, através das inovações já existentes.

Entre os resultados não esperados, a ausência de efeitos positivos vindos das externalidades de especialização e dos gastos públicos com C&T configuram situações que podem, contudo, ser justificadas pelo arranjo da geração de inovação no Brasil. Além do que, no Brasil, a realização interna de pesquisa e desenvolvimento não é a principal forma de adquirir capacidade técnica e consequentes inovações.

As defasagens espaciais seguiram a mesma tendência das variáveis

explicativas e mostraram que existem efeitos de *spillover* entre os estados no tocante à dotação de capital humano e geração de inovação atual e defasada temporalmente.

Presume-se desta parte dos resultados que o espaço exerce influência positiva e relevante para as inovações brasileiras. A inércia temporal indica que, uma vez estabelecidos mecanismos de geração de inovação em determinado estado ou região, a mudança espacial da mesma se torna difícil justamente porque a persistência temporal irá atuar na continuidade do processo inovativo naquele estado ou região. Esse pode ser um dos motivos pelos quais as políticas de incentivo à geração de inovação em outras localidades do país não tenham obtido sucesso durante os anos sob análise, persistindo a concentração de inovação nos estados do Sul e Sudeste.

Outra conclusão que os resultados permitem é a de que os gastos públicos, ao abrangerem majoritariamente investimentos em P&D acadêmicos, não promovem com entusiasmo a geração de inovação efetiva, ainda que como inovação efetiva sejam considerados os controversos depósitos de patentes, que podem não captar todo o esforço que o país faz em prol da inovação. Em outras palavras, não existe difusão tecnológica através do espaço para colaborar para a existência da mudança espacial da inovação no Brasil.

Além do esforço em tentar difundir a atividade inovativa no país, existem incentivos para que as firmas sejam os principais atores na busca por patamares mais altos de geração de inovação. A Lei de Inovação Federal (Lei Federal n.º 10.973 de 02.12.2004) estabelece diversas formas de incentivo para que empresas privadas tornem-se inovadoras e estabeleçam bons indicadores de P&D.

Isso mostra que há uma preocupação com ambas as formas de gerar inovação: gastos públicos contemplando a pesquisa acadêmica e gastos e incentivos públicos fomentando a formação de um setor inovativo privado. E incentivos também em favorecer regiões menos desenvolvidas, dotando a pesquisa e o sistema produtivo regional de maiores recursos humanos e capacitação tecnológica.

A pesquisa pode avançar nesse sentido, estabelecendo variáveis que reflitam os esforços pró-inovação e especificando modelos que satisfaçam a realidade distinta de um país como o Brasil. A literatura caminha para que o desenho do sistema de inovação brasileiro seja delimitado, e certamente, com o auxílio de dados mais abrangentes sobre pesquisa e inovação, as potencialidades e fragilidades serão apontadas e a sugestão de políticas públicas visando o aumento da inovação serão mais concisas e eficientes.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ACS, Z.J., AUDRETSCH, D. B. Patents as 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. da M. National systems of innovation and Non-OECD countries: notes about a rudimentary and tentative "typology". **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 19, n. 4, p. 35-52, 1999.

ALMEIDA, E. **Econometria Espacial Aplicada**. Campinas, SP: Editora Alínea. 2012.

ANSELIN, L. Spatial Econometrics: Methods and Models. Dordrecht: **Studies in Operational Regional Science**, Kluwer Academic, Boston. 1988.

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, Luc. Interactive techniques and exploratory spatial data analysis. **Geographical Information Systems: principles, techniques, management and applications**, v. 1, p. 251-264, 1999.

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. 1998.

ARROW, K. The economic implications of learning by doing. **Economic Studies**. N 29, 155-173. 1962.

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

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, 1996.

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

AUDRETSCH, David B.; ALDRIDGE, T. Taylor. 11 Knowledge spillovers, entrepreneurship and regional development. **Handbook of regional growth and development theories**, p. 201, 2010.

BADINGER, H., MULLER, W. G. e TONDL, G. *Regional convergence in the European Union (1985-1999): a spatial dynamic panel analysis*. **Regional Studies**, 58, p. 241-253. 2004.

BALLER, Robert D. et al. STRUCTURAL COVARIATES OF US COUNTY HOMICIDE RATES: INCORPORATING SPATIAL EFFECTS*. **Criminology**, v. 39, n. 3, 2001.

BAUMONT, C., ERTUR, C., LE GALLO, J. Spatial convergence clubs and the European regional growth process, 1980–1995. In: **European regional growth**. Springer Berlin Heidelberg, 2002.

BEAUDRY, Catherine; SCHIFFAUEROVA, Andrea. Who's right, Marshall or Jacobs? The localization versus urbanization debate. **Research Policy**, v. 38, n. 2, p. 318-337, 2009.

BERGEK, A., NORRMAN, C. Incubator best practice: A framework. **Technovation**, v. 28, n. 1, p. 20-28, 2008.

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, 2004.

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

BRASIL. Lei de Inovação Tecnológica (Lei n.º 10.973/2004). Brasília, DF: Congresso Nacional. **Atos do Poder Legislativo**, DOU de 03.12.2004.

BRASIL. Lei do Bem (Lei n.º 11.196/2005). Brasília, DF: Congresso Nacional. **Atos do Poder Legislativo**, DOU de 21.11.2005.

CABRER-BORRÁS, B., SERRANO-DOMINGO, G. (2007) Innovation and R&D spillover effects in Spanish regions: A spatial approach. **Research Policy** 36 (9), 1357-1371. 2007.

CAMERON, A. C., TRIVEDI, P. K. *Microeconomics: Methods and Applications*. **Cambridge University Press**, Cambridge. 2005.

CARDOSO, Leonardo Chaves Borges; BITTENCOURT, Maurício Vaz Lobo; PORSSE, Alexandre Alves. Demanda por Combustíveis Leves no Brasil: uma abordagem utilizando painéis espaciais dinâmicos. **XLI Encontro Nacional de Economia**. 2012.

CASTALDI, Carolina; DOSI, Giovanni; PARASKEVOPOULOU, Evita. Path dependence in technologies and organizations: a concise guide. **LEM Working Paper Series**, 2011.

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

COHEN, W.; LEVINTHAL, 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, 1986.

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.

DOMINGUES, Edson; RUIZ, Ricardo. Aglomerações industriais e tecnológicas: origem do capital, inovação e localização. **Economia e Sociedade**, v. 15, n. 3, p. 515-543, 2006.

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

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

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

FELDMAN, Maryann P. Knowledge complementarity and innovation. **Small Business Economics**, v. 6, n. 5, p. 363-372, 1994.

FELDMAN, Maryann P.; AUDRETSCH, David B. Innovation in cities:: Science-based diversity, specialization and localized competition. **European economic review**, v. 43, n. 2, p. 409-429, 1999.

FISCHER, Manfred M. Innovation, knowledge creation and systems of innovation. **The Annals of Regional Science**, v. 35, n. 2, p. 199-216, 2001.

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

GONÇALVES, Eduardo. Firma e território: três ensaios sobre inovação em ambientes periféricos. **Belo Horizonte: CEDEPLAR/UFMG. Tese**, 2007a.

GONÇALVES, Eduardo. O padrão espacial da atividade inovadora brasileira: uma análise exploratória. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 37, n. 2, p. 405-433, 2007b.

GONCALVES, Eduardo; ALMEIDA, Eduardo. Innovation and spatial knowledge spillovers: evidence from Brazilian patent data. **Regional Studies**, v. 43, n. 4, p. 513-528, 2009.

GOTTMANN, Jean. De l'organisation de l'espace: Considérations de géographie et d'économie. **Revue économique**, v. 1, n. 1, p. 60-71, 1950.

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

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2006.

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

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.

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

LEMOES, 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, 2005.

LESAGE, James; PACE, R. Kelley. **The biggest myth in spatial econometrics**. 2010.

LUNA, Francisco; BAESSA, Adriano. Impacto das marcas e das patentes no desempenho econômico das firmas. In: **Anais do XXXV Encontro Nacional de Economia**. 2007.

LUNDEVALL, B.A. **National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive Learning**. In: Lundvall, B. (ed.), London:Pinter, 1993.

MANUAL, Frascati. Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development. **Paris: Organisation for economic co-operation and development.**, 2002.

MARSHALL, A. **Princípios de Economia**. São Paulo: Abril Cultural. 1982.

MARQUES, Luís David. Modelos dinâmicos com dados em painel: revisão de literatura. **Centro de Estudos Macroeconômicos e Previsão, Faculdade de Economia do Porto**, 2000.

MCTI. Indicadores Estaduais de Ciência & Tecnologia. Brasília: 2013. Disponível em < http://www.mct.gov.br/riecet_indicadores_estaduais>.

MONTENEGRO, Rosa Livia; GONCALVES, Eduardo; ALMEIDA, Eduardo. Dinâmica espacial e temporal da inovação no estado de São Paulo: uma análise das externalidades de diversificação e especialização. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 41, n. 4, Dec. 2011.

NIJKAMP, Peter; SIEDSCHLAG, Iulia; SMITH, Donal. Economic Growth, Innovation and Competitiveness in a Knowledge-Based World Economy: Introduction. In: **Innovation, Growth and Competitiveness**. Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 1-11.

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

PACHECO, Carlos Américo. As reformas da política nacional de ciência, tecnologia e inovação no Brasil (1999-2002). **Documento preparado para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Campinas, Brasil**, 2003.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v.13, n.6, p.343-373, 1985.

PAVITT, K. PATELL, 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.

PETERS, Lois; RICE, Mark; SUNDARARAJAN, Malavika. The role of incubators in the entrepreneurial process. **The Journal of Technology Transfer**, v. 29, n. 1, p. 83-91, 2004.

PENROSE, E. International patenting and the less-developed countries. **The Economic Journal**, v.83, n.331, p.768-786, 1973.

PHILLIPS, Rhonda G. Technology business incubators: how effective as technology transfer mechanisms?. **Technology in Society**, v. 24, n. 3, p. 299-316, 2002.

PINHO, Marcelo; CÔRTEZ, Mauro Rocha; FERNANDES, Ana Cristina. A fragilidade das empresas de base tecnológica em economias periféricas: uma interpretação baseada na experiência brasileira. **Ensaio FEE**, v. 23, n. 1, p. 135-162, 2002

PORTER, M. **The competitive advantage of nations**. Londres: Macmillan, 1990.

REDDING, Stephen. Path Dependence, Endogenous Innovation, and Growth. **International Economic Review**, v. 43, n. 4. 2002.

ROMER, P. **Endogenous technological change**. *Journal of Political Economy* 98 (2), 71-102. 1990.

SALERNO, Mario Sergio; KUBOTA, Luis Claudio. Estado e inovação. **Políticas de incentivo à inovação tecnológica**. Brasília: Ipea, 2008.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Teoria do desenvolvimento econômico**. Fundo de Cultura, 1961.

SEN, Monalisa; BERA, Anil K. (2011). Specification Testing for Panel Spatial Models. **Working Paper of University of Illinois at Urbana Champaign**. Versão: Julho/2011.

STEINMUELLER, W. Edward. Basic research and industrial innovation. **The Handbook of Industrial Innovation**, Edward Elgar, Aldershot, p. 54-66, 1994.

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.

VIEIRA, R. S. **Crescimento econômico no estado de São Paulo: uma análise espacial** [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

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

ANEXOS

Anexo 1 – Estatística descritiva das variáveis utilizadas

Variável	Média	Desvio padrão	Valor mínimo	Valor máximo
I_{t-1}	0,0000222	0,0000255	0	0,0001042
CT_{t-1}	15,26555	20,33475	0,0084306	161,07
S_t	0,2318209	0,140827	0,0249312	0,6769053
D_t	0,4428792	0,1086377	0,1675783	0,7107659
E_t	0,225677	0,0096267	0,0046606	0,0618531

Fonte: elaboração própria com base no programa Stata 12

ANEXO 2 – Matriz de correlação de Pearson

	I_{t-1}	CT_{t-1}	S_t	D_t	E_t
I_{t-1}	1.0000				
CT_{t-1}	0.4993 (0.0000)	1.0000			
S_t	-0.6044 (0.0000)	-0.4032 (0.0000)	1.0000		
D_t	-0.3308 (0.0000)	-0.4540 (0.0000)	0.5737 (0.0000)	1.0000	
E_t	0.5346 (0.0000)	0.4224 (0.0000)	-0.2089 (0.0000)	-0.0938 (0.1068)	1.0000

Fonte: Elaboração própria com base no programa Stata 12

Obs.: Entre parênteses, encontra-se o valor da significância estatística (*p-value*)

ANEXO 3 - Estrutura detalhada da CNAE 1.0 a 3 dígitos: códigos e denominações

SEÇÃO	GRUPO	DENOMINAÇÃO
C		INDÚSTRIAS EXTRATIVAS
	10.0	EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL Extração de carvão mineral
		EXTRAÇÃO DE PETRÓLEO E SERVIÇOS RELACIONADOS
	11.1	EXTRAÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL Extração de petróleo e gás natural
	11.2	ATIVIDADES DE SERVIÇOS RELACIONADOS COM A EXTRAÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS - EXCETO A PROSPECÇÃO REALIZADA POR TERCEIROS Atividades de serviços relacionados com a extração de petróleo e gás - exceto a prospecção realizada por terceiros
		EXTRAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS
	13.1	EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO Extração de minério de ferro
	13.2	EXTRAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS NÃO-FERROSOS Extração de minério de alumínio Extração de minério de estanho Extração de minério de manganês Extração de minério de metais preciosos Extração de minerais radioativos Extração de outros minerais metálicos não-ferrosos
		EXTRAÇÃO DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS
	14.1	EXTRAÇÃO DE PEDRA, AREIA E ARGILA Extração de pedra, areia e argila
	14.2	EXTRAÇÃO DE OUTROS MINERAIS NÃO-METÁLICOS Extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e produtos químicos Extração e refino de sal marinho e sal-gema Extração de outros minerais não-metálicos
D		INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO
		FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS E BEBIDAS
	15.1	ABATE E PREPARAÇÃO DE PRODUTOS DE CARNE E DE PESCADO Abate de reses, preparação de produtos de carne Abate de aves e outros pequenos animais e preparação de produtos de carne Preparação de carne, banha e produtos de salsicharia não associada ao abate Preparação e preservação do pescado e fabricação de conservas de peixes, crustáceos e moluscos

SEÇÃO	GRUPO	DENOMINAÇÃO	(continuação)
	15.2	PROCESSAMENTO, PRESERVAÇÃO E PRODUÇÃO DE CONSERVAS DE FRUTAS, LEGUMES E OUTROS VEGETAIS	
		Processamento, preservação e produção de conservas de frutas	
		Processamento, preservação e produção de conservas de legumes e outros vegetais	
		Produção de sucos de frutas e de legumes	
	15.3	PRODUÇÃO DE ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS E ANIMAIS	
		Produção de óleos vegetais em bruto	
		Refino de óleos vegetais	
		Preparação de margarina e de outras gorduras vegetais e de óleos de origem animal não comestíveis	
	15.4	LATICÍNIOS	
		Preparação do leite	
		Fabricação de produtos do laticínio	
		Fabricação de sorvetes	
	15.5	MOAGEM, FABRICAÇÃO DE PRODUTOS AMILÁCEOS E DE RAÇÕES BALANCEADAS PARA ANIMAIS	
		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	
		Fabricação de amidos e féculas de vegetais e fabricação de óleos de milho	
		Fabricação de rações balanceadas para animais	
		Beneficiamento, moagem e preparação de outros produtos de origem vegetal	
	15.6	FABRICAÇÃO E REFINO DE AÇÚCAR	
		Usinas de açúcar	
		Refino e moagem de açúcar	
	15.7	TORREFAÇÃO E MOAGEM DE CAFÉ	
		Torrefação e moagem de café	
		Fabricação de café solúvel	
	15.8	FABRICAÇÃO DE OUTROS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS	
		Fabricação de produtos de padaria, confeitaria e pastelaria	
		Fabricação de biscoitos e bolachas	
		Produção de derivados do cacau e elaboração de chocolates, balas, gomas de mascar	
		Fabricação de massas alimentícias	
		Preparação de especiarias, molhos, temperos e condimentos	
		Preparação de produtos dietéticos, alimentos para crianças e outros alimentos conservados	
		Fabricação de outros produtos alimentícios	
	15.9	FABRICAÇÃO DE BEBIDAS	
		Fabricação, retificação, homogeneização e mistura de aguardentes e outras bebidas destiladas	

Fabricação de vinho

SEÇÃO	GRUPO	DENOMINAÇÃO	(continuação)
	15.9	FABRICAÇÃO DE BEBIDAS	
		Fabricação de malte, cervejas e chopes	
		Engarrafamento e gaseificação de águas minerais	
		Fabricação de refrigerantes e refrescos	
		FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO FUMO	
	16.0	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO FUMO	
		Fabricação de produtos do fumo	
		FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS	
	17.1	BENEFICIAMENTO DE FIBRAS TÊXTEIS NATURAIS	
		Beneficiamento de algodão	
		Beneficiamento de outras fibras têxteis naturais	
	17.2	FIAÇÃO	
		Fiação de algodão	
		Fiação de fibras têxteis naturais, exceto algodão	
		Fiação de fibras artificiais ou sintéticas	
		Fabricação de linhas e fios para costurar e bordar	
	17.3	TECELAGEM - INCLUSIVE FIAÇÃO E TECELAGEM	
		Tecelagem de algodão	
		Tecelagem de fios de fibras têxteis naturais, exceto algodão	
		Tecelagem de fios e filamentos contínuos artificiais ou sintéticos	
	17.4	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS TÊXTEIS, INCLUINDO TECELAGEM	
		Fabricação de artigos de tecido de uso doméstico, incluindo tecelagem	
		Fabricação de outros artefatos têxteis, incluindo tecelagem	
	17.5	ACABAMENTOS EM FIOS, TECIDOS E ARTIGOS TÊXTEIS, POR TERCEIROS	
		Acabamentos em fios, tecidos e artigos têxteis, por terceiros	
	17.6	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS TÊXTEIS A PARTIR DE TECIDOS - EXCETO VESTUÁRIO - E DE OUTROS ARTIGOS TÊXTEIS	
		Fabricação de artefatos têxteis a partir de tecidos – exceto vestuário	
		Fabricação de artefatos de tapeçaria	
		Fabricação de artefatos de cordoaria	
		Fabricação de tecidos especiais - inclusive artefatos	
		Fabricação de outros artigos têxteis - exceto vestuário	
	17.7	FABRICAÇÃO DE TECIDOS E ARTIGOS DE MALHA	
		Fabricação de tecidos de malha	
		Fabricação de meias	
		Fabricação de outros artigos do vestuário produzidos em malharias (tricotagens)	
		CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO E ACESSÓRIOS	
	18.1	CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO	

Confecção de roupas íntimas, blusas, camisas e semelhantes

SEÇÃO	GRUPO	DENOMINAÇÃO	(continuação)
	18.1	CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO	
		Confecção de peças do vestuário - exceto roupas íntimas, blusas, camisas e semelhantes	
		Confecção de roupas profissionais	
	18.2	FABRICAÇÃO DE ACESSÓRIOS DO VESTUÁRIO E DE SEGURANÇA PROFISSIONAL	
		Fabricação de acessórios do vestuário	
		Fabricação de acessórios para segurança industrial e pessoal	
	19.1	PREPARAÇÃO DE COUROS E FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE COURO, ARTIGOS DE VIAGEM E CALÇADOS CURTIMENTO E OUTRAS PREPARAÇÕES DE COURO	
		Curtimento e outras preparações de couro	
	19.2	FABRICAÇÃO DE ARTIGOS PARA VIAGEM E DE ARTEFATOS DIVERSOS DE COURO	
		Fabricação de malas, bolsas, valises e outros artefatos para viagem, de qualquer material	
		Fabricação de outros artefatos de couro	
	19.3	FABRICAÇÃO DE CALÇADOS	
		Fabricação de tênis de qualquer material	
		Fabricação de calçados de plástico	
		Fabricação de calçados de outros materiais	
		FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA	
	20.1	DESDOBRAMENTO DE MADEIRA	
		Desdobramento de madeira	
	20.2	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA, CORTIÇA E MATERIAL TRANÇADO - EXCETO MÓVEIS	
		Fabricação de madeira laminada e de chapas de madeira compensada, prensada ou aglomerada	
		Fabricação de esquadrias de madeira, de casas de madeira pré-fabricadas, de estruturas de madeira e artigos de carpintaria	
		Fabricação de artefatos de tanoaria e embalagens de madeira	
		Fabricação de artefatos diversos de madeira, palha, cortiça e material trançado - exceto móveis	
		FABRICAÇÃO DE CELULOSE, PAPEL E PRODUTOS DE PAPEL	
	21.1	FABRICAÇÃO DE CELULOSE E OUTRAS PASTAS PARA A FABRICAÇÃO DE PAPEL	
		Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	
	21.2	FABRICAÇÃO DE PAPEL, PAPELÃO LISO, CARTOLINA E CARTÃO	
		Fabricação de papel	
		Fabricação de papelão liso, cartolina e cartão	
	21.3	FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS DE PAPEL OU PAPELÃO	
		Fabricação de embalagens de papel	

Fabricação de embalagens de papelão - inclusive a fabricação de papelão corrugado

SEÇÃO	GRUPO	DENOMINAÇÃO	(continuação)
	21.4	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DIVERSOS DE PAPEL, PAPELÃO, CARTOLINA E CARTÃO Fabricação de artefatos de papel, papelão, cartolina e cartão para escritório Fabricação de fitas e formulários contínuos - impressos ou não Fabricação de outros artefatos de pastas, papel, papelão, cartolina e cartão	
	22.1	EDIÇÃO, IMPRESSÃO E REPRODUÇÃO DE GRAVAÇÕES EDIÇÃO; EDIÇÃO E IMPRESSÃO Edição de discos, fitas e outros materiais gravados Edição de livros, revistas e jornais Edição e impressão de livros Edição e impressão de jornais Edição e impressão de revistas Edição; edição e impressão de outros produtos gráficos	
	22.2	IMPRESSÃO E SERVIÇOS CONEXOS PARA TERCEIROS Impressão de jornais, revistas e livros Impressão de material escolar e de material para usos industrial e comercial Execução de outros serviços gráficos	
	22.3	REPRODUÇÃO DE MATERIAIS GRAVADOS Reprodução de discos e fitas Reprodução de fitas de vídeos Reprodução de softwares em disquetes e fitas	
	23.1	FABRICAÇÃO DE COQUE, REFINO DE PETRÓLEO, ELABORAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS NUCLEARES E PRODUÇÃO DE ÁLCOOL COQUERIAS Coquerias	
	23.2	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DERIVADOS DO PETRÓLEO Refino de petróleo Outras formas de produção de derivados do petróleo	
	23.3	ELABORAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS NUCLEARES Elaboração de combustíveis nucleares	
	23.4	PRODUÇÃO DE ÁLCOOL Produção de álcool	
	24.1	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS INORGÂNICOS Fabricação de cloro e álcalis Fabricação de intermediários para fertilizantes Fabricação de fertilizantes fosfatados, nitrogenados e potássicos	

Fabricação de gases industriais
 Fabricação de outros produtos inorgânicos

SEÇÃO	GRUPO	DENOMINAÇÃO	(continuação)
	24.2	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS ORGÂNICOS	
		Fabricação de produtos petroquímicos básicos	
		Fabricação de intermediários para resinas e fibras	
		Fabricação de outros produtos químicos orgânicos	
	24.3	FABRICAÇÃO DE RESINAS E ELASTÔMEROS	
		Fabricação de resinas termoplásticas	
		Fabricação de resinas termofixas	
		Fabricação de elastômeros	
	24.4	FABRICAÇÃO DE FIBRAS, FIOS, CABOS E FILAMENTOS CONTÍNUOS ARTIFICIAIS E SINTÉTICOS	
		Fabricação de fibras, fios, cabos e filamentos contínuos artificiais	
		Fabricação de fibras, fios, cabos e filamentos contínuos sintéticos	
	24.5	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMACÊUTICOS	
		Fabricação de produtos farmoquímicos	
		Fabricação de medicamentos para uso humano	
		Fabricação de medicamentos para uso veterinário	
		Fabricação de materiais para usos médicos, hospitalares e odontológicos	
	24.6	FABRICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS	
		Fabricação de inseticidas	
		Fabricação de fungicidas	
		Fabricação de herbicidas	
		Fabricação de outros defensivos agrícolas	
	24.7	FABRICAÇÃO DE SABÕES, DETERGENTES, PRODUTOS DE LIMPEZA E ARTIGOS DE PERFUMARIA	
		Fabricação de sabões, sabonetes e detergentes sintéticos	
		Fabricação de produtos de limpeza e polimento	
		Fabricação de artigos de perfumaria e cosméticos	
	24.8	FABRICAÇÃO DE TINTAS, VERNIZES, ESMALTES, LACAS E PRODUTOS AFINS	
		Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e lacas	
		Fabricação de tintas de impressão	
		Fabricação de impermeabilizantes, solventes e produtos afins	
	24.9	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS E PREPARADOS QUÍMICOS DIVERSOS	
		Fabricação de adesivos e selantes	
		Fabricação de explosivos	
		Fabricação de catalisadores	
		Fabricação de aditivos de uso industrial	
		Fabricação de chapas, filmes, papéis e outros materiais e produtos químicos para fotografia	
		Fabricação de discos e fitas virgens	

Fabricação de outros produtos químicos não especificados anteriormente

SEÇÃO	GRUPO	DENOMINAÇÃO	(continuação)
		FABRICAÇÃO DE ARTIGOS DE BORRACHA E PLÁSTICO	
	25.1	FABRICAÇÃO DE ARTIGOS DE BORRACHA Fabricação de pneumáticos e de câmaras-de-ar Recondicionamento de pneumáticos Fabricação de artefatos diversos de borracha	
	25.2	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE PLÁSTICO Fabricação de laminados planos e tubulares de plástico Fabricação de embalagem de plástico Fabricação de artefatos diversos de plástico	
		FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS	
	26.1	FABRICAÇÃO DE VIDRO E DE PRODUTOS DO VIDRO Fabricação de vidro plano e de segurança Fabricação de embalagens de vidro Fabricação de artigos de vidro	
	26.2	FABRICAÇÃO DE CIMENTO Fabricação de cimento	
	26.3	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE CONCRETO, CIMENTO, FIBROCIMENTO, GESSO E ESTUQUE Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e estuque	
	26.4	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS CERÂMICOS Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para uso estrutural na construção civil Fabricação de produtos cerâmicos refratários Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para usos diversos	
	26.9	APARELHAMENTO DE PEDRAS E FABRICAÇÃO DE CAL E DE OUTROS PRODUTOS DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS Britamento, aparelhamento e outros trabalhos em pedras (não associados à extração) Fabricação de cal virgem, cal hidratada e gesso Fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos	
		METALURGIA BÁSICA	
	27.1	PRODUÇÃO DE FERRO-GUSA E DE FERROLIGAS Produção de ferro-gusa Produção de ferroligas	
	27.2	SIDERURGIA 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	
	27.3	FABRICAÇÃO DE TUBOS - EXCETO EM SIDERÚRGICAS Fabricação de tubos de aço com costura	

Fabricação de outros tubos de ferro e aço

SEÇÃO	GRUPO	DENOMINAÇÃO	(continuação)
	27.4	METALURGIA DE METAIS NÃO-FERROSOS	
		Metalurgia do alumínio e suas ligas	
		Metalurgia dos metais preciosos	
		Metalurgia de outros metais não-ferrosos e suas ligas	
	27.5	FUNDIÇÃO	
		Fabricação de peças fundidas de ferro e aço	
		Fabricação de peças fundidas de metais não-ferrosos e suas ligas	
		FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL - EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	
	28.1	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS E OBRAS DE CALDEIRARIA PESADA	
		Fabricação de estruturas metálicas para edifícios, pontes, torres de transmissão, andaimes e outros fins	
		Fabricação de esquadrias de metal	
		Fabricação de obras de caldeiraria pesada	
	28.2	FABRICAÇÃO DE TANQUES, CALDEIRAS E RESERVATÓRIOS METÁLICOS	
		Fabricação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras para aquecimento central	
		Fabricação de caldeiras geradoras de vapor - exceto para aquecimento central e para veículos	
	28.3	FORJARIA, ESTAMPARIA, METALURGIA DO PÓ E SERVIÇOS DE TRATAMENTO DE METAIS	
		Produção de forjados de aço	
		Produção de forjados de metais não-ferrosos e suas ligas	
		Fabricação de artefatos estampados de metal	
		Metalurgia do pó	
		Têmpera, cementação e tratamento térmico do aço, serviços de usinagem, galvanotécnica e solda	
	28.4	FABRICAÇÃO DE ARTIGOS DE CUTELARIA, DE SERRALHERIA E FERRAMENTAS MANUAIS	
		Fabricação de artigos de cutelaria	
		Fabricação de artigos de serralheria - exceto esquadrias	
		Fabricação de ferramentas manuais	
	28.8	MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO DE TANQUES, CALDEIRAS E RESERVATÓRIOS METÁLICOS	
		Manutenção e reparação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras para aquecimento central	
		Manutenção e reparação de caldeiras geradoras de vapor - exceto para aquecimento central e para veículos	
	28.9	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DIVERSOS DE METAL	
		Fabricação de embalagens metálicas	
		Fabricação de artefatos de trefilados	
		Fabricação de artigos de funilaria e de artigos de metal para usos doméstico e pessoal	

Fabricação de outros produtos elaborados de metal

SEÇÃO	GRUPO	DENOMINAÇÃO	(continuação)
		FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	
	29.1	FABRICAÇÃO DE MOTORES, BOMBAS, COMPRESSORES E EQUIPAMENTOS DE TRANSMISSÃO Fabricação de motores estacionários de combustão interna, turbinas e outras máquinas motrizes não-elétricas - exceto para aviões e veículos rodoviários Fabricação de bombas e carneiros hidráulicos Fabricação de válvulas, torneiras e registros Fabricação de compressores Fabricação de equipamentos de transmissão para fins industriais - inclusive rolamentos	
	29.2	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE USO GERAL Fabricação de fornos industriais, aparelhos e equipamentos não-elétricos para instalações térmicas Fabricação de estufas e fornos elétricos para fins industriais Fabricação de máquinas, equipamentos e aparelhos para transporte e elevação de cargas e pessoas Fabricação de máquinas e aparelhos de refrigeração e ventilação de usos industrial e comercial Fabricação de aparelhos de ar-condicionado Fabricação de outras máquinas e equipamentos de uso geral	
	29.3	FABRICAÇÃO DE TRATORES E DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS PARA A AGRICULTURA, AVICULTURA E OBTENÇÃO DE PRODUTOS ANIMAIS Fabricação de máquinas e equipamentos para agricultura, avicultura e obtenção de produtos animais Fabricação de tratores agrícolas	
	29.4	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS-FERRAMENTA Fabricação de máquinas-ferramenta	
	29.5	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE USO NA EXTRAÇÃO MINERAL E CONSTRUÇÃO Fabricação de máquinas e equipamentos para a prospecção e extração de petróleo Fabricação de outras máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e construção Fabricação de tratores de esteira e tratores de uso na extração mineral e construção Fabricação de máquinas e equipamentos de terraplenagem e pavimentação	
	29.6	FABRICAÇÃO DE OUTRAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE USO ESPECÍFICO Fabricação de máquinas para a indústria metalúrgica - exceto máquinas-ferramenta Fabricação de máquinas e equipamentos para as indústrias alimentar, de bebida e fumo Fabricação de máquinas e equipamentos para a indústria têxtil Fabricação de máquinas e equipamentos para as indústrias do vestuário	

e de couro e calçados

SEÇÃO	GRUPO	DENOMINAÇÃO	(continuação)
		Fabricação de máquinas e equipamentos para as indústrias de celulose, papel e papelão e artefatos	
		Fabricação de outras máquinas e equipamentos de uso específico	
29.7		FABRICAÇÃO DE ARMAS, MUNIÇÕES E EQUIPAMENTOS MILITARES	
		Fabricação de armas de fogo e munições	
		Fabricação de equipamento bélico pesado	
29.8		FABRICAÇÃO DE ELETRODOMÉSTICOS	
		Fabricação de fogões, refrigeradores e máquinas de lavar e secar para uso doméstico	
		Fabricação de outros aparelhos eletrodomésticos	
29.9		MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS	
		Manutenção e reparação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	
		Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos de uso geral	
		Manutenção e reparação de tratores e de máquinas e equipamentos para agricultura, avicultura e obtenção de produtos animais	
		Manutenção e reparação de máquinas-ferramenta	
		Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e construção	
		Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos de uso específico	
30.1		FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS PARA ESCRITÓRIO E EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA	
		FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS PARA ESCRITÓRIO	
		Fabricação de máquinas de escrever e calcular, copiadoras e outros equipamentos não-eletrônicos para escritório	
		Fabricação de máquinas de escrever e calcular, copiadoras e outros equipamentos eletrônicos destinados à automação gerencial e comercial	
30.2		FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE SISTEMAS ELETRÔNICOS PARA PROCESSAMENTO DE DADOS	
		Fabricação de computadores	
		Fabricação de equipamentos periféricos para máquinas eletrônicas para tratamento de informações	
31.1		FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS E MATERIAIS ELÉTRICOS	
		FABRICAÇÃO DE GERADORES, TRANSFORMADORES E MOTORES ELÉTRICOS	
		Fabricação de geradores de corrente contínua ou alternada	
		Fabricação de transformadores, indutores, conversores, sincronizadores e semelhantes	
		Fabricação de motores elétricos	
31.2		FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA DISTRIBUIÇÃO E CONTROLE DE ENERGIA ELÉTRICA	
		Fabricação de subestações, quadros de comando, reguladores de voltagem e outros aparelhos e equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica	

Fabricação de material elétrico para instalações em circuito de consumo

SEÇÃO	GRUPO	DENOMINAÇÃO	(continuação)
	31.3	FABRICAÇÃO DE FIOS, CABOS E CONDUTORES ELÉTRICOS ISOLADOS	
		Fabricação de fios, cabos e condutores elétricos isolados	
	31.4	FABRICAÇÃO DE PILHAS, BATERIAS E ACUMULADORES ELÉTRICOS	
		Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos - exceto para veículos	
		Fabricação de baterias e acumuladores para veículos	
	31.5	FABRICAÇÃO DE LÂMPADAS E EQUIPAMENTOS DE ILUMINAÇÃO	
		Fabricação de lâmpadas	
		Fabricação de luminárias e equipamentos de iluminação - exceto para veículos	
	31.6	FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO PARA VEÍCULOS - EXCETO BATERIAS	
		Fabricação de material elétrico para veículos - exceto baterias	
	31.8	MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS E MATERIAIS ELÉTRICOS	
		Manutenção e reparação de geradores, transformadores e motores elétricos	
		Manutenção e reparação de baterias e acumuladores elétricos - exceto para veículos	
		Manutenção e reparação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos não especificados anteriormente	
	31.9	FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS E APARELHOS ELÉTRICOS	
		Fabricação de eletrodos, contatos e outros artigos de carvão e grafita para uso elétrico, eletroímãs e isoladores	
		Fabricação de aparelhos e utensílios para sinalização e alarme	
		Fabricação de outros aparelhos ou equipamentos elétricos	
		FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELETRÔNICO E DE APARELHOS E EQUIPAMENTOS DE COMUNICAÇÕES	
	32.1	FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELETRÔNICO BÁSICO	
		Fabricação de material eletrônico básico	
	32.2	FABRICAÇÃO DE APARELHOS E EQUIPAMENTOS DE TELEFONIA E RADIOTELEFONIA E DE TRANSMISSORES DE TELEVISÃO E RÁDIO	
		Fabricação de equipamentos transmissores de rádio e televisão e de equipamentos para estações telefônicas, para radiotelefonia e radiotelegrafia - inclusive de microondas e repetidoras	
		Fabricação de aparelhos telefônicos, sistemas de intercomunicação e semelhantes	
	32.3	FABRICAÇÃO DE APARELHOS RECEPTORES DE RÁDIO E TELEVISÃO E DE REPRODUÇÃO, GRAVAÇÃO OU AMPLIFICAÇÃO DE SOM E VÍDEO	
		Fabricação de aparelhos receptores de rádio e televisão e de reprodução, gravação ou amplificação de som e vídeo	
	32.9	MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO DE APARELHOS E EQUIPAMENTOS DE TELEFONIA E RADIOTELEFONIA E DE TRANSMISSORES DE TELEVISÃO E RÁDIO - EXCETO TELEFONES	

Manutenção e reparação de aparelhos e equipamentos de telefonia e radiotelefonia e de transmissores de televisão e rádio - exceto telefones

SEÇÃO	GRUPO	DENOMINAÇÃO	(continuação)
		FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INSTRUMENTAÇÃO MÉDICO-HOSPITALARES, INSTRUMENTOS DE PRECISÃO E ÓPTICOS, EQUIPAMENTOS PARA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, CRONÔMETROS E RELÓGIOS	
	33.1	FABRICAÇÃO DE APARELHOS E INSTRUMENTOS PARA USOS MÉDICOS-HOSPITALARES, ODONTOLÓGICOS E DE LABORATÓRIOS E APARELHOS ORTOPÉDICOS	Fabricação de aparelhos e instrumentos para usos médico-hospitalares, odontológicos e de laboratórios e aparelhos ortopédicos
	33.2	FABRICAÇÃO DE APARELHOS E INSTRUMENTOS DE MEDIDA, TESTE E CONTROLE - EXCETO EQUIPAMENTOS PARA CONTROLE DE PROCESSOS INDUSTRIAIS	Fabricação de aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle - exceto equipamentos para controle de processos industriais
	33.3	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS E EQUIPAMENTOS DE SISTEMAS ELETRÔNICOS DEDICADOS À AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E CONTROLE DO PROCESSO PRODUTIVO	Fabricação de máquinas, aparelhos e equipamentos de sistemas eletrônicos dedicados à automação industrial e controle do processo produtivo
	33.4	FABRICAÇÃO DE APARELHOS, INSTRUMENTOS E MATERIAIS ÓPTICOS, FOTOGRÁFICOS E CINEMATOGRAFÍCOS	Fabricação de aparelhos, instrumentos e materiais ópticos, fotográficos e cinematográficos
	33.5	FABRICAÇÃO DE CRONÔMETROS E RELÓGIOS	Fabricação de cronômetros e relógios
	33.9	MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES, INSTRUMENTOS DE PRECISÃO E ÓPTICOS E EQUIPAMENTOS PARA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	Manutenção e reparação de equipamentos médico-hospitalares, odontológicos e de laboratório Manutenção e reparação de aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle - exceto equipamentos de controle de processos industriais Manutenção e reparação de máquinas, aparelhos e equipamentos de sistemas eletrônicos dedicados à automação industrial e controle do processo produtivo Manutenção e reparação de instrumentos ópticos e cinematográficos
		FABRICAÇÃO E MONTAGEM DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, REBOQUES E CARROCERIAS	
	34.1	FABRICAÇÃO DE AUTOMÓVEIS, CAMINHONETAS E UTILITÁRIOS	Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários
	34.2	FABRICAÇÃO DE CAMINHÕES E ÔNIBUS	Fabricação de caminhões e ônibus
	34.3	FABRICAÇÃO DE CABINES, CARROCERIAS E REBOQUES	Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para caminhão Fabricação de carrocerias para ônibus Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para outros veículos

SEÇÃO	GRUPO	DENOMINAÇÃO	(continuação)
	34.4	FABRICAÇÃO DE PEÇAS E ACESSÓRIOS PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES	
		Fabricação de peças e acessórios para o sistema motor	
		Fabricação de peças e acessórios para os sistemas de marcha e transmissão	
		Fabricação de peças e acessórios para o sistema de freios	
		Fabricação de peças e acessórios para o sistema de direção e suspensão	
		Fabricação de outras peças e acessórios para veículos automotores não especificadas anteriormente	
	34.5	RECONDICIONAMENTO OU RECUPERAÇÃO DE MOTORES PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES	
		Recondicionamento ou recuperação de motores para veículos automotores	
		FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE	
	35.1	CONSTRUÇÃO E REPARAÇÃO DE EMBARCAÇÕES	
		Construção e reparação de embarcações e estruturas flutuantes	
		Construção e reparação de embarcações para esporte e lazer	
	35.2	CONSTRUÇÃO, MONTAGEM E REPARAÇÃO DE VEÍCULOS FERROVIÁRIOS	
		Construção e montagem de locomotivas, vagões e outros materiais rodantes	
		Fabricação de peças e acessórios para veículos ferroviários	
		Reparação de veículos ferroviários	
	35.3	CONSTRUÇÃO, MONTAGEM E REPARAÇÃO DE AERONAVES	
		Construção e montagem de aeronaves	
		Reparação de aeronaves	
	35.9	FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE	
		Fabricação de motocicletas	
		Fabricação de bicicletas e triciclos não-motorizados	
		Fabricação de outros equipamentos de transporte	
		FABRICAÇÃO DE MÓVEIS E INDÚSTRIAS DIVERSAS	
	36.1	FABRICAÇÃO DE ARTIGOS DO MOBILIÁRIO	
		Fabricação de móveis com predominância de madeira	
		Fabricação de móveis com predominância de metal	
		Fabricação de móveis de outros materiais	
		Fabricação de colchões	
	36.9	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DIVERSOS	
		Lapidação de pedras preciosas e semi-preciosas, fabricação de artefatos de ourivesaria e joalheria	
		Fabricação de instrumentos musicais	
		Fabricação de artefatos para caça, pesca e esporte	
		Fabricação de brinquedos e de jogos recreativos	
		Fabricação de canetas, lápis, fitas impressoras para máquinas e outros artigos para escritório	
		Fabricação de aviamentos para costura	
		Fabricação de escovas, pincéis e vassouras	

Fabricação de produtos diversos

SEÇÃO	GRUPO	DENOMINAÇÃO	(continuação)
		RECICLAGEM	
	37.1	RECICLAGEM DE SUCATAS METÁLICAS	
		Reciclagem de sucatas metálicas	
	37.2	RECICLAGEM DE SUCATAS NÃO-METÁLICAS	
		Reciclagem de sucatas não-metálicas	

Fonte: IBGE (2014)