

# DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA INOVAÇÃO NA REGIÃO SUL DO BRASIL DE 2005 A 2015, A PARTIR DA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS

Adirson Maciel de Freitas Júnior<sup>1</sup>  
Pedro Henrique Batista de Barros<sup>2</sup>  
Alysson Luiz Stege<sup>3</sup>  
Cárliton Vieira dos Santos<sup>4</sup>  
Cleise Maria de Almeida Tupich Hilgemberg<sup>5</sup>

## RESUMO

Este trabalho busca investigar a distribuição espacial da inovação tecnológica na região Sul do Brasil (PR, SC e RS) nos anos de 2005 e 2015. Esses anos foram escolhidos com o intuito de retratar um cenário anterior e outro posterior às leis estaduais de inovação dos estados do Sul, todas criadas após 2005. Utilizou-se como *proxy* o número de patentes de inovação nestes estados por estas serem capazes de captar os esforços em desenvolvimento tecnológico. Constatou-se, por meio da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), que as patentes não estão distribuídas espacialmente de forma aleatória, isto é, verificou-se uma autocorrelação espacial positiva para a inovação no Sul do Brasil. Também se encontrou evidências, por meio da análise bivariada, de que a inovação está relacionada espacialmente com outros fatores. Além disso, constatou-se que o Paraná perdeu relevância relativamente a Rio Grande do Sul e a Santa Catarina, sendo que o último concentrou o maior número de clusters significativos da região. Por fim, pode-se concluir que os estados que saíram na frente na criação de leis de inovação apresentaram um melhor desempenho na criação de patentes de inovação.

**Palavras-chave:** Sistema Regional de Inovação; Leis de Inovação; Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE); Região Sul do Brasil.

## ABSTRACT

This paper aims to investigate the spatial distribution of technological innovation in Southern Brazil (PR, SC and RS) in 2005 and 2015. These years were chosen for the purpose of portraying a previous scenario and a subsequent one after the state innovation laws of the southern states, all created after 2005. The number of innovation patents in these states was used as proxy to capture the efforts in technological development. It was verified, through the Exploratory Analysis of Spatial Data (ESDA), that the patents are not spatially distributed in a random way, that is to say, a positive spatial autocorrelation was verified for the innovation in the South of Brazil. Evidence has also been found, through bivariate analysis, that innovation is spatially related to other factors. In addition, it was found that the Paraná lost relevance with respect to Rio Grande do Sul and Santa Catarina, with the latter concentrating the largest number of significant clusters in the region. Finally, the leading states in creating innovation laws have performed better in creating innovation patents.

**Keywords:** Regional Innovation System; Innovation Laws; Exploratory Analysis of Spatial Data.

**JEL:** O3, O31

<sup>1</sup> Mestrando Universidade Estadual de Ponta Grossa. E-mail: [adirson52@gmail.com](mailto:adirson52@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestrando Universidade Estadual de Ponta Grossa. E-mail: [batistahpedro@gmail.com](mailto:batistahpedro@gmail.com)

<sup>3</sup> Professor Adjunto do departamento de economia UEPG. E-mail: [alyssonstege@gmail.com](mailto:alyssonstege@gmail.com)

<sup>4</sup> Professor Adjunto do departamento de economia UEPG. E-mail: [carlitosantos@gmail.com](mailto:carlitosantos@gmail.com)

<sup>5</sup> Professor Adjunto do departamento de economia UEPG. E-mail: [cmatupich@gmail.com](mailto:cmatupich@gmail.com)



## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico de um país está associado dentre outros fatores à sua capacidade de gerar conhecimento científico e tecnológico, pois estes são passíveis de se transformarem em inovações. Estas, por sua vez, geraram aumentos de produtividade e competitividade para a economia e, conseqüentemente levam ao aumento do produto.

A capacidade inovadora de um país ou região está associado ao nível de desenvolvimento de seu Sistema Nacional ou Regional de Inovação (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1988; COOKE, 2004). Dentro desses sistemas, os institutos de pesquisa científica e tecnológica assumem um papel central na criação de inovações por serem um dos principais agentes geradores de conhecimentos que podem resultar em patentes.

O Brasil, reconhecendo a importância da inovação para o desenvolvimento, criou, em 2005, a chamada Lei de Inovação Brasileira (Lei nº 10.973 de 2005). Essa buscou estabelecer diretrizes legais específicas para o licenciamento de patentes de entidades públicas e criar uma maior segurança jurídica no patenteamento e seu posterior licenciamento a terceiros.

A insegurança jurídica pela falta de uma legislação clara sobre o assunto, no período anterior à criação da lei de inovação, inibiu o fortalecimento e desenvolvimento do sistema de inovação brasileiro e das inter-relações entre os agentes desse sistema (FUJINO; STAL, 2004).

Diversos estados brasileiros, devido às suas particularidades, desafios e oportunidades próprias, estabeleceram posteriormente leis locais para incentivar a consolidação de seus Sistemas Regionais de Inovação tendo como base a Lei de Inovação Brasileira. Esse é o caso dos três estados analisados neste trabalho. O primeiro deles foi Santa Catarina, que instituiu a Lei de Inovação Tecnológica Nº 14.328, de 15 de janeiro de 2008. Logo em seguida, o Rio Grande do Sul criou a Lei Nº 13.196, de 13 de julho de 2009. Finalmente, o Paraná estabeleceu a sua lei de inovação, a lei 17.314 de 24 de setembro de 2012.

Neste contexto, o presente trabalho tem como finalidade investigar a distribuição espacial da inovação tecnológica na região Sul do Brasil (PR, SC e RS) no ano de 2005 e 2015, por meio da análise do número de patentes criadas nos municípios da região após a criação da Lei de Inovação Brasileira e das leis de

inovação estaduais. Além disso, pretende-se verificar se houve uma concentração ou desconcentração da atividade inovadora na região.

Analisar as concentrações de diferentes atividades por métodos convencionais, inspeção visual de mapas e mesmo com regressões múltiplas, não são formas mais confiáveis de lidar com dados georreferenciados, pois podem detectar agrupamentos e padrões espaciais significativos de forma inadequada. Segundo Messner *et al.* (1999, p. 427), “a percepção humana não é suficientemente rigorosa para determinar agrupamentos significativos e, de fato, tende a ser enviesada para achar padrões, mesmo em dados espaciais aleatórios.” Dessa forma, optou-se pela utilização da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) como primeiro passo para revelar os padrões espaciais contidos nos dados e posteriormente empregar o método de investigação por análises bivariada dos dados.

A utilização do número de patentes como *proxy* para captar o desenvolvimento tecnológico tem sido amplamente utilizada por pesquisadores do tema (ALBUQUERQUE *et al.*, 2002; GONÇALVES, 2007; MIRANDA E ZUCOLOTO, 2015). Isso ocorre, segundo Miranda e Zucoloto (2015), porque as patentes são um importante indicador de que há uma presença de “conhecimento com perfil inovador”. Portanto, ao analisar o número de patentes dos municípios dos estados do sul do país, indiretamente pode-se inferir sobre a contribuição que cada um deles tem no desenvolvimento tecnológico do Sistema Regional de Inovação.

Este artigo está estruturado em mais quatro seções, além desta. A segunda aborda o referencial teórico sobre Sistemas de Inovação, tanto de uma perspectiva nacional quanto regional. Na terceira seção, buscou-se apresentar a metodologia e a base de dados utilizada no estudo. Os resultados encontrados e sua análise são realizadas na quarta seção. Finalmente, a quinta seção apresenta as considerações finais.

## **2 SISTEMAS DE INOVAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO REGIONAL E NACIONAL**

Segundo Cassiolato (1999), a inovação e o desenvolvimento de novas tecnologias não ocorrem de forma isolada no ambiente intrafirma. Para que haja desenvolvimento de novas tecnologias é necessário que exista influência de fatores externos como, por exemplo, as instituições dos países e das regiões nos quais a

empresa está inserida. Não é, portanto, resultado apenas de decisões tomadas pelos gestores das firmas, mas sim da soma de um conjunto de variáveis tanto internas quanto externas. Desta forma, o espaço é um elemento importante a se considerar em uma análise do processo de desenvolvimento inovativo.

Schumpeter (1939) identificou na capacidade inovativa o elemento essencial para o desenvolvimento econômico por ela ser capaz de gerar novas combinações no processo produtivo, inserindo novos produtos, meios e modos de produção que elevam a produtividade e, conseqüentemente, o aumento do produto per capita.

A ideia de Sistemas de Inovação (SI) surgiu a partir de estudos de autores conhecidos como neo-schumpeterianos, dentre eles, Freeman (1987), Nelson (1988) e Lundvall (1988), que caracteriza a inovação como resultado de um processo de interação entre diversos atores que podem servir tanto como incentivadores quanto como limitadores da dinâmica inovativa. Resumidamente, os SI são caracterizados por: “i) a importância da inovação como fonte de crescimento da produtividade e do bem-estar material; e ii) a compreensão da inovação econômica como um processo complexo e dinâmico que envolve diversas instituições” (SBICCA, 2001). Os desenvolvedores da noção de Sistema de Inovação foram fortemente influenciados pelos trabalhos de Friedrich List (1841), que já havia defendido ideias semelhantes no século XIX, além do próprio Schumpeter (1939).

List (1841), por exemplo, defendia que as indústrias deveriam se aproximar da ciência e da tecnologia, pois estas teriam o poder de melhorar seus processos produtivos e técnicos, ajudando-as na competição. Além disso, em seu livro *National System of Political Economy*, de 1841, ele critica autores clássicos, como Adam Smith, por não levarem em conta o papel da ciência e da tecnologia no crescimento das nações. List (1841), também defendeu que os diversos atores da sociedade, especialmente o Estado, deveriam criar uma infraestrutura mínima que incentivasse o desenvolvimento científico e tecnológico, enfatizando, principalmente, a necessidade de se aumentar o nível educacional e o treinamento técnico da população para que ela possa operar e, até mesmo, contribuir no processo de desenvolvimento tecnológico.

Apesar da inovação e do avanço científico e tecnológico já terem sido identificados como importantes para o desenvolvimento de um país, como mostraram List (1841) e Schumpeter (1939), a primeira referência explícita do

conceito de Sistema de Inovação foi feita por Freeman, em 1987, na sua obra *Technology Policy and Economic Performance: lessons from Japan*. Com ela, o autor buscou verificar quais fatores fizeram o Japão alcançar, em poucas décadas, um desenvolvimento econômico e tecnológico avançado relativamente ao atraso que o país se encontrava no fim da Segunda Guerra Mundial. O principal fator identificado por Freeman (1987) para o avanço do Japão foi devido ao grande esforço de pesquisa e desenvolvimento que esse país realizou, o que possibilitou suas firmas competirem e ganharem cada vez mais mercado no comércio internacional.

Num desenvolvimento posterior, Freeman (1988) defende que o Estado é uma peça chave na construção de um Sistema de Inovação bem-sucedido que consiga gerar inovações e desenvolvimento econômico. O autor destaca especialmente o papel do governo na articulação entre o sistema educacional e o setor produtivo, por meio de criação mão-de-obra qualificada, pesquisa básica e aplicada que, posteriormente, podem se transformar em avanços tecnológicos. Esses, por sua vez, podem ser empregados na produção, elevando a produtividade e a competitividade das firmas. A grande inserção do Japão, por exemplo, no comércio internacional, na segunda metade do século XX, é uma consequência dessa articulação bem-sucedida.

A relação entre os produtores de ciência e tecnologia e seus usuários é de extrema importância para o bom funcionamento de um sistema de inovação, conforme indicado por Lundvall (1988). Isso ocorre porque é por meio dessa interação que os resultados dos esforços despendidos em pesquisa e desenvolvimento se transformam em ganhos de produtividade, devido a mudanças no setor produtivo.

Lundvall (1988) identificou duas formas principais de interação entre os agentes inovativos e os produtivos. A primeira diz respeito a dentro do próprio processo de produção, pois existem componentes que possibilitam melhorias técnicas, como também novas formas de se realizar tarefas rotineiras, consistindo em formas de aprendizado. As mais relevantes, segundo o autor, são o *learning-by-doing* e *learning-by-using* que são formas dos usuários de determinada tecnologia aumentarem suas produtividades conforme ganham experiência, aprendendo as melhores formas de se manusear os instrumentos rotineiros no ambiente de

trabalho. A segunda, por sua vez, está relacionada com o poder das inovações em mudar e alterar o processo de produção, seja de forma incremental, seja radical, o que é mais dependente de atores externos à firma.

Nelson (1993) ressaltou a importância que a inovação, conseguida por meio de pesquisa e desenvolvimento (P&D), é o fator mais importante da dinâmica e desenvolvimento do capitalismo moderno. Esse desenvolvimento, porém, não se dá de forma isolada e independente, ele está relacionado com atitudes e caminhos tomados anteriormente, ou seja, está associado a uma construção histórica. O sistema de inovação, portanto, tem um caráter evolutivo, sendo que características passadas influenciam o comportamento futuro. Nelson (1996) também resalta a importância do P&D interno realizado nas empresas, assim como a interação que elas estabelecem com universidades e outros institutos de pesquisa. Quanto maior for a aproximação e a interação, maior será o potencial de desenvolvimento do sistema de inovação.

As universidades e institutos de pesquisa são, segundo Dosi (1988), os principais elementos de um sistema de inovação regional ou nacional. É por meio delas que ocorre a difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos. Essa difusão só ocorre, porém, se houver uma interação com os agentes produtivos do sistema. Nelson e Rosenberg (1993) também ressaltam a importância que as universidades desempenham num SI por atuarem como instituições que dão suporte às firmas.

A verificação da composição e da dinâmica de interação de um sistema de inovação em nível regional, segundo Johnson e Lundvall (2005), é essencial para o funcionamento do sistema nacional. As regiões que compõem um país podem possuir características diferentes entre si, influenciando de forma distinta o sistema como um todo. Uma localidade, por exemplo, pode ter o mesmo nível de universidades e centros de pesquisa que as demais e, mesmo assim, ter uma dinâmica inovativa maior devido a um melhor ambiente institucional que possibilita maior interação e sinergia entre os membros daquela determinada região. Esses fatores podem resultar no surgimento de padrões espaciais distintos entre as regiões.

Freeman (1998) também mostra que, ao estudar o funcionamento de um Sistema de Inovação, é importante focalizar as diversas regiões que o compõe,

buscando entender suas características próprias relativamente às demais. Analisar apenas o Sistema de Inovação nacional, ignorando seus componentes regionais, pode levar a dificuldades de se entender as razões e motivos para determinado comportamento do SI nacional. Cooke (1992) e Cooke *et al* (1997) buscaram aprofundar a abordagem regional para os Sistemas de Inovação. Os autores acreditam que empresas que se localizam próximas umas das outras, formando clusters, possuem vantagens em relação as demais que não pertencem.

Cooke (2004) enfatizou a importância que o governo regional tem no funcionamento de alguns sistemas de inovação locais. O autor os chamou de Sistemas Regionais de Inovação Institucional (*Institutional Regional Innovation System*). A atuação do governo regional nesses sistemas se dá principalmente, segundo Cooke (2004), por meio de instituições públicas geradoras de conhecimento científico e tecnológico, como universidades e institutos de pesquisa. Portanto, para melhor entender como é a dinâmica e funcionamento de um Sistema Regional de Inovação é importante entender como as universidades e institutos financiados pelo governo regional contribuem para o sistema local a partir de inovações.

Em relação ao Sistema de Inovação brasileiro, Albuquerque (1996) buscou caracterizá-lo e para isso buscou estabelecer diferenças básicas existentes entre os sistemas de inovação para posteriormente identificar em qual deles se encontra o Brasil, o autor os dividiu em três principais categorias, sendo elas:

i. A primeira categoria é composta por aqueles sistemas que possibilitam os países a se manterem na fronteira do desenvolvimento tecnológico e científico, com uma grande geração de conhecimento científico e tecnológico. É o caso, por exemplo, dos principais países capitalistas como os Estados Unidos, Alemanha e Japão.

ii. A segunda categoria é caracterizada por sistemas que têm como finalidade principal a difusão das tecnologias e conhecimentos gerados nos países que possuem sistemas de inovações mais robustos e consolidados.

iii. A terceira, por sua vez, é aquela que ainda está num estágio de consolidação, apresentando deficiências tanto na geração quanto na difusão de conhecimentos e tecnologias. Portanto, são sistemas ainda imaturos que não conseguem contribuir de forma significativa para o desenvolvimento do país.

O Brasil, segundo Albuquerque (1996) e Villaschi (2005), está inserido na terceira categoria de sistema de inovação, apresentando uma infraestrutura inadequada para o desenvolvimento científico e tecnológico, como também uma baixa interação dos agentes que compõem o sistema. Portanto, os autores caracterizam o Brasil como um sistema imaturo.

Em relação a análise da distribuição espacial da atividade de inovação do sistema brasileiro, destaca-se o trabalho de Gonçalves (2007). O autor realizou uma análise exploratória de dados espaciais (AEDE) para as microrregiões brasileiras e identificou a existência de autocorrelação espacial do patenteamento no país, isto é, regiões com alto nível de atividade tecnológica possuem vizinhos com valores similares. Além disso, Gonçalves (2007) encontrou um padrão espacial Norte-Sul da distribuição da atividade tecnológica brasileiro, ou seja, a região sudeste e sul se caracterizando como de alta atividade tecnológica enquanto a região Nordeste, Norte e Centro-Oeste como de baixa.

Freitas *et al.* (2010), por sua vez, buscando investigar a desigualdade interestadual no país no período de 1990 a 2001 também encontraram evidências de concentração espacial da inovação brasileira, com a existência de clusters espaciais significativos da atividade inventiva no país. Apesar disso, identificaram evidências da ocorrência de um processo de convergência entre os estados brasileiros, ou seja, regiões com sistemas de inovação menos desenvolvidos apresentaram uma taxa de crescimento maior em suas inovações do que regiões mais consolidadas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira *et al.* (2016) e Rodriguez *et al.* (2017) que também identificaram uma concentração espacial da atividade inovadora no Brasil, além da ocorrência de um processo de *catching up* entre as regiões. Além disso, Rodriguez *et al.* (2017) encontrou evidências de que o Sistema de Inovação brasileiro está mudando sua distribuição espacial, deixando de ser concentrado no estado de São Paulo, com o deslocamento das inovações principalmente para o Sul do Brasil e para os demais estados do Sudeste.

Dessa forma, o presente trabalho buscará verificar a distribuição espacial da inovação no Sul do país com a finalidade de verificar se houve mudança na dinâmica do Sistema de Inovação da região, especialmente após as Leis de Inovação estaduais implementadas. Para tanto, na seção seguinte apresenta-se



uma discussão sobre a base de dados e a metodologia que permitem apresentar alguns ensaios sobre o tema proposto.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 BASE DE DADOS E MECANISMOS METODOLÓGICOS**

Este trabalho faz uso da base de dados sobre número de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) para a Região Sul do Brasil. A análise abrange dois momentos, sendo que o primeiro, tratado como 2005, proveniente da média dos dados de número de patentes dos anos de 2004, 2005 e 2006, quando se totalizou 2410 patentes de inovações depositados no INPI. O segundo, tratado como 2015, provém da média dos dados dos anos de 2014, 2015 e 2016, quando se atingiu 3360 patentes de inovação depositadas. Segundo Gonçalves (2007), existem duas vantagens em se trabalhar com a média trienal de patentes: I) suavizar possíveis variações anuais dos dados e II) minimizar o efeito da ocorrência de zeros na variável de interesse.

A base de dados utilizada para a investigação do proposto, será a partir do recorte territorial da região sul, que compreende 1188 municípios a fim de realizar a análise exploratória verificando a existência de padrões espaciais. O principal propósito é confirmar ou não a hipótese dos dados estarem aleatoriamente distribuídos no espaço.

O banco de dados consiste em dados de criação de patentes e população dos municípios da região Sul. Os dados de depósitos de patentes foram adquiridos na Base de Dados Estatísticos de Propriedade Intelectual, gerada pelo INPI. São usadas informações de depósitos de patentes de inventores brasileiros com região de residência do inventor. Para população são utilizados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Na autocorrelação bivariada, os dados utilizados foram o número de pesquisadores, o percentual da população vivendo em área urbana e o índice de desenvolvimento humano dos municípios (IDHM). Para número de pesquisadores que representam 2005 utiliza-se a média trienal de 2004, 2005 e 2006. A representação de 2015 é composta pela média de 2014, 2015 e 2016, dados estes extraídos do diretório nacional de pesquisa da CAPES. O percentual de população

urbana e o índice de desenvolvimento humano municipal foram obtidos utilizando-se o Censo Demográfico de 2000 e 2010, disponíveis no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017).

De posse desse banco de dados, construiu-se um indicador de criação de patentes normalizado pela população, formado pela razão entre a média trienal da criação de patentes no numerador e o quociente entre população (trienal) e a quantia de 10000 (dez mil) conforme indicado por Gonçalves (2007). Matematicamente expressa-se por:

$$\vartheta_i = \frac{(\sum P_{i_i}/\tau)}{(\sum Pop_i/\rho)} \quad (1)$$

Assim  $\vartheta_i$  representa o indicador de criação de patentes trienal normalizado pela população no período  $i$ , sendo  $\sum P_{i_i}$  o somatório de patentes criadas no triênio de análise,  $\tau$  é o número de anos do somatório, neste caso três. A notação  $\sum Pop_i$  representa o somatório da população no período  $i$ , e  $\rho$  é a divisão realizada pela população (no caso dez mil habitantes). Assim, os municípios com pouca população ganham maior peso na criação de patentes, quando comparados diretamente com municípios de grandes populações, medindo de forma eficaz a produtividade da população em termos de criação de patentes.

A partir da definição destes indicadores é possível elaborar a análise exploratória de dados espaciais como discutida na próxima seção.

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

A análise exploratória de dados espaciais (AEDE) consiste num conjunto de técnicas utilizadas para identificar efeitos espaciais, mais especificamente os de dependência e heterogeneidade espacial, contidos na amostra. O primeiro efeito está relacionado inversamente à distância geográfica, enquanto o segundo, por outro lado, diz respeito às características próprias das unidades espaciais, que por sua natureza, podem diferenciar entre si. Ambos, se identificados, devem ser devidamente controlados e tratados para evitar problemas no seu uso em modelos econométricos. Por isso, a AEDE é um instrumento valioso de auxílio no processo de especificação de modelos econométricos, pois, se a AEDE indicar que há algum

tipo de processo espacial, esse deverá ser incorporado ao modelo ou tratado da forma correta evitando problemas como viés e inconsistência nos parâmetros.

Deste modo, a AEDE consegue captar, por exemplo, padrões de associações espaciais (clusters espaciais), indicações de como os dados estão distribuídos, ocorrência de diferentes regimes espaciais ou outras formas de instabilidade espacial (não estacionariedade) e ainda identificar observações atípicas (*outliers*), conforme sugerido por ANSELIN (1996); PEROBELLI *et al.* (2007) e ALMEIDA (2012).

A dependência espacial significa que o valor de uma variável de interesse em uma região está relacionado no processo de dependência com o valor dessa mesma variável nas regiões vizinhas. Essa dependência ocorre em todas as direções, mas tende a diminuir seu impacto conforme se aumenta a distância geográfica. Por outro lado, a heterogeneidade espacial está relacionada com as particularidades das regiões e pode causar instabilidade estrutural, ou seja, cada localidade pode ter uma resposta distinta em sua variável dependente se ocorrer alguma alteração na variável explicativa. A heterogeneidade induz um modelo econométrico a apresentar problema de heterocedasticidade, o que torna as variâncias dos coeficientes com propriedades não assintóticas, inviabilizando os testes estatísticos realizados para verificar a consistência dos parâmetros e modelos (ALMEIDA, 2012).

No entanto, uma vez que o modelo apresenta tais problemas a forma sugerida por ALMEIDA(2012) para a sua resolução está na escolha da matriz de pesos espaciais discutidas na próxima seção.

### **3.2.1 Matriz de Pesos Espaciais**

O primeiro passo para utilização da AEDE e as técnicas da econometria espacial é a definição de uma matriz de pesos espaciais, a qual expressa como o fenômeno em análise está arranjado espacialmente (TEIXEIRA; BERTELLA, 2015).

A literatura apresenta um grande número de matrizes como por exemplo a matriz rainha (*queen*), torre (*rook*) e k vizinhos, que normalmente são matrizes de contiguidade binária, isto é, se for vizinho recebe o valor um, se não for recebe zero.

Além disso, há aquelas que dão pesos diferenciados para cada região, como a matriz de distância inversa, que atribui um peso menor à medida que as regiões se tornam mais distantes.

A definição da matriz é de suma importância para a AEDE e na estimação do modelo econométrico, pois os resultados são sensíveis às diferentes matrizes, razão pela qual deve-se buscar a que melhor represente o fenômeno em estudo, ou seja, aquela que capta de forma mais fiel o processo espacial (ALMEIDA, 2012).

Neste trabalho optou-se pelo uso da matriz de peso espacial ( $W$ ) de  $k$  vizinhos mais próximos, calculada por meio de uma métrica baseada no grande círculo entre os centros das regiões.

Seguindo a metodologia empregada por Gonçalves (2007), o procedimento de cálculo do  $I$  de Moran é realizado apenas para valores de patentes maiores que zero. Formalmente, esta matriz pode ser expressa por:

$$W_y(k) = 0 \text{ se } i = j$$

$$W_y(k) = 1 \text{ se } d_y \leq D_y(k) \text{ e } w_y(k) = \frac{w_y(k)}{\sum_j w_y(k)} \text{ para } k = 1, 2, \dots, n$$

(2)

$$W_{ij}(k) = 0 \text{ se } d_{ij} > D_i(k)$$

Onde  $W_y$  é a matriz de  $k$  vizinhos, sendo  $k$  o número de vizinhos. A medida da distância dos grandes círculos e os centros das regiões  $i$  e  $j$  é dado por  $d_{ij}$ . A anotação  $D_i(k)$  representa a distância máxima para considerar regiões vizinhas de  $i$ , ou seja, é um valor crítico que define o valor de corte para cada região. Assim, as distâncias acima deste ponto não serão tomadas como vizinhas da região em questão.

O segundo passo na utilização da AEDE consiste em testar se há autocorrelação da variável entre as regiões, isto é, se os dados são dependentes espacialmente ou se estão distribuídos aleatoriamente. Uma forma de se verificar isso é por meio da estatística do  $I$  de Moran Global, que busca captar o grau de correlação espacial entre uma variável através das regiões.

O valor esperado dessa estatística é  $E(I) = -1/(n-1)$  e valores estatisticamente maiores (menores) que esses esperados indicam autocorrelação espacial positiva (negativa). Matematicamente, pode-se representar a estatística pela seguinte fórmula:

$$I_t = \left( \frac{n}{S_0} \right) \left( \frac{z_t' W z_t}{z_t' z_t} \right) \quad t = 1, \dots, n \quad (3)$$

Onde  $n$  é o número de regiões,  $S_0$  é um valor igual à soma de todos os elementos de  $W$ ,  $z$  é o valor da variável de interesse padronizada,  $Wz$  corresponde aos valores médios da variável de interesse padronizada nos vizinhos segundo uma matriz de ponderação  $W$ . O indicador  $I_t$  acima é equivalente ao grau de associação linear entre o vetor de valores observados  $z$  e a média ponderada de valores vizinhos  $Wz$ .

Para se fazer inferências em relação ao  $I$  de Moran realizou-se a abordagem de permutações que consiste em gerar uma distribuição estatística (média e desvio padrão) empiricamente, isto é, utilizando os próprios dados da amostra, e, posteriormente, usando essa distribuição para verificar a significância estatística do  $I$  de Moran encontrado na amostra.

O procedimento de permutações consiste na reordenação aleatória entre as observações de todas as regiões, computando-se a estatística do  $I$  de Moran para cada nova amostra, as quais serão utilizadas para se chegar na distribuição empírica. Por fim, o valor do  $I$  de Moran original é comparado com a distribuição estatística encontrada, sendo que a hipótese nula é de ausência de autocorrelação espacial, isto é, as observações estão distribuídas aleatoriamente no espaço (ANSELIN, 1995).

Entretanto, a estatística  $I$  de Moran Global só consegue captar a autocorrelação global, não identificando a associação espacial num nível local. Por isso, foram desenvolvidas medidas complementares ao  $I$  de Moran Global que visam captar a autocorrelação espacial local, isto é, buscam observar a existência de *cluster* espaciais locais. As principais medidas são o diagrama de dispersão de Moran (*Moran Scatterplot*) e a estatística LISA (*Local Indicator of Spatial Association*).

### 3.2.1.1 Diagramas de Dispersão de Moran

O diagrama de dispersão de Moran, por sua vez, mostra a defasagem espacial da variável de interesse ( $Wy$  - média dos valores observados nos vizinhos) no eixo vertical e o valor da variável de interesse no eixo horizontal ( $y$ ), ambas padronizadas, e representa o coeficiente da regressão linear entre essas duas variáveis.

O diagrama tem a capacidade de mostrar agrupamentos (*clusters*), e por isso é utilizado como complemento à estatística *I de Moran* Global. Ele consegue representar quatro tipos de associação linear espacial entre as regiões: Alto-Alto (AA), Baixo-Baixo (BB), Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA). O *I de Moran* representa o coeficiente angular da reta de regressão entre a variável defasada espacialmente contra a variável de interesse. A representação da nuvem de pontos permite visualizar se a autocorrelação espacial é positiva, negativa ou ausente.

### 3.2.1.2 Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA)

A estatística *I de Moran* Global, segundo ANSELIN (1995), só consegue captar a autocorrelação global, não identificando a associação espacial num nível local. Por isso, foram desenvolvidas medidas complementares ao *I de Moran* Global que visam captar a autocorrelação espacial local, isto é, que buscam observar a existência de cluster espaciais locais. As principais são o diagrama de dispersão de Moran (*Moran Scatterplot*) e a estatística LISA (*Local Indicator of Spatial Association*).

Para que um indicador seja considerado LISA, ele deve possuir duas características: i) para cada observação deve ter o poder de indicar a existência de *clusters* espaciais que sejam significativos e; ii) o somatório dos indicadores locais, em todos os locais, deve ser proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global. O presente trabalho estimará a estatística do *I de Moran* Local, que pode ser representada matematicamente como:

$$I_i = z_i \sum_{j=1}^J w_{ij} z_j \quad (4)$$

Onde  $z_i$  representa a variável de interesse da região  $i$  padronizada,  $w_{ij}$  é o elemento da matriz de ponderação espacial ( $W$ ) e  $z_j$  é o valor da variável de interesse na região  $j$  padronizada.

### 3.2.1.3 Autocorrelação espacial global bivariada

Na autocorrelação espacial global univariada, calcula-se a dependência espacial existente de uma variável com ela mesma defasada no espaço. Além disso, há como computar um indicador de autocorrelação no contexto de duas variáveis, isto é descobrir se uma variável possui relação com outra variável observada nas

regiões vizinhas (JUNIOR; ALMEIDA, 2009). Formalmente, o cálculo do *I de Moran* no contexto de duas variáveis (*I de Moran bivariado*) é feito seguindo a equação:

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

Assim como o *I de Moran* global, se o bivariado chegar a um valor positivo, isso indica que há autocorrelação espacial positiva. Se o valor for negativo, indica dependência espacial negativa. Por outro lado, se o valor não for estatisticamente diferente de zero isso indicará que não há relação espacial entre as variáveis.

A partir da construção metodológica acima torna-se possível a aplicação dos métodos definidos para a discussão dos resultados como apresentado na próxima seção.

#### 4 RESULTADOS

A AEDE fornece informações sobre a existência ou não da dependência espacial e da heterogeneidade espacial no fenômeno estudado, como apresentado na seção anterior. Entretanto, uma análise descritiva prévia dos dados foi realizada ou, permanece antes da abordagem da AEDE relativas ao desempenho de criação de patentes pelos municípios, ou seja, sem levar em consideração a existência de autocorrelação espacial possivelmente presente nos dados.

A Tabela 1 traz o número de criação de patentes entre as 10 cidades com maior número de patentes da região Sul nos anos de 2005 (média do triênio 2004, 2005 e 2006), assim como a taxa de participação relativa no total de patentes da região Sul.

Tabela 1 - Número de patentes por município em 2005 (média de 2004, 2005 e 2006)

Município	UF	Ano 2005	
		Criação de Patentes	Taxa de Participação
Curitiba	PR	146	18,22%
Porto Alegre	RS	67	8,30%
Joinville	SC	54	6,68%
Florianópolis	SC	41	5,06%
Caxias do Sul	RS	34	4,27%
Passo Fundo	RS	31	3,82%
Maringá	PR	25	3,07%
Blumenau	SC	19	2,37%
Bento Gonçalves	RS	19	2,32%
Londrina	PR	17	2,07%
Total		453	56,18%

Fonte: Resultado da pesquisa, calculados a partir de dados básicos do INPI.

Observa-se que a soma do número de patentes na região sul do país no triênio em análise foi de 2410, com média de 803,3, os dez municípios com maior participação no total da região sul é de uma média para o período de 453 que corresponde a 56,18% do total de patentes criadas, dado que dos 1188 municípios que compõem a região apenas 215 criaram ou menos uma patente no período em análise ou seja, 0,8% dos municípios da região sul que criaram patentes, são responsáveis por mais da metade da criação de patentes de inovação em toda a região. Isso evidencia a existência de uma concentração das atividades inovativas nas regiões. Além disso, verifica-se a importância da cidade de Curitiba na participação na criação de patentes na região sul, a qual atingiu 18,22% em 2005 do total de patentes para o período. A tabela 2, por sua vez, indica o número de patentes em 2015 (média do triênio 2014, 2015 e 2016).

Tabela 2 - Número de patentes por município 2015, (média de 2014, 2015 e 2016)

Município	UF	Ano 2015	
		Criação de Patentes	Taxa de Participação
Curitiba	PR	197	17,59%
Porto Alegre	RS	115	10,30%
Caxias do Sul	RS	59	5,30%
Florianópolis	SC	52	4,64%
Joinville	SC	49	4,40%
Pelotas	RS	40	3,60%
Londrina	PR	29	2,56%
Chapecó	SC	26	2,35%
Maringá	PR	25	2,26%
Santa Maria	RS	20	1,79%
Total		789	54,79%

Fonte: Resultado da pesquisa, calculado a partir de dados básicos do INPI.

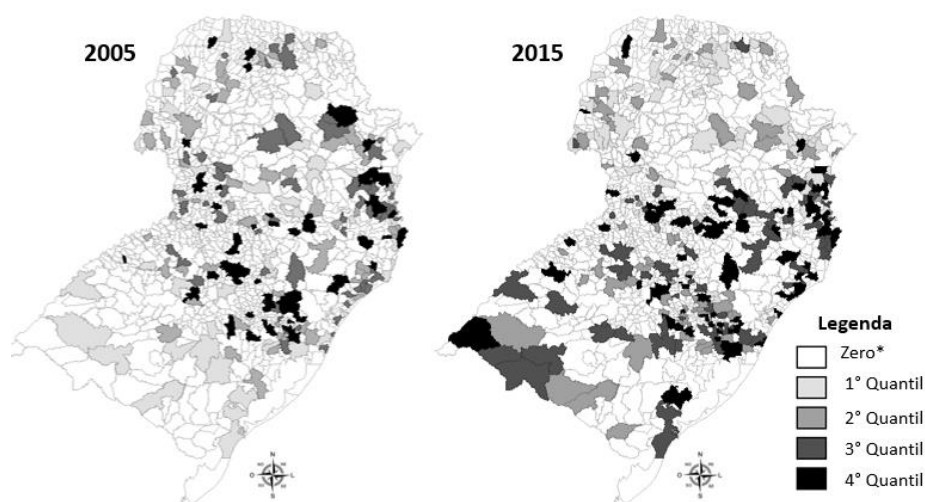


Observa-se, por meio da Tabela 2, que cidades como Curitiba, Joinville e Maringá perderam participação relativa na criação de patentes, enquanto, por outro lado, Porto Alegre, Caxias do Sul e Londrina, aumentaram sua participação relativa. Além disso, municípios como Blumenau e Bento Gonçalves deixaram de figurar dentre os maiores criadores de patentes da região, substituídos por Chapecó e Santa Maria.

Considerando a criação de patentes para as 10 principais cidades em número de patentes entre 2005 e 2015, houve um aumento 57,79% nas mesmas, que passaram de 453 para 789. Quando se considera o montante de patentes das dez maiores criadoras nos dois instantes de referência, observa-se que o valor de 56,18% do total atingido em 2005, passou para 54,79% em 2015. Isso representa uma perda de cerca de 1,39% na participação relativa no total, deste modo, ao comparar a tabela 01 e 02, verifica-se que as dez maiores criadoras de patentes perderam participação relativa na criação total de patentes nos três estados. Isso indica que o desenvolvimento tecnológico da região pode estar sofrendo um processo de convergência, ou seja, municípios com menor número de patentes estão tendo uma taxa de crescimento maior do que aqueles com número inicial maior de patentes.

A Figura 2 mostra o mapa de *quantis* do índice de criação de patentes normalizado pela população, isto é, o número de patentes por 100 mil habitantes para os anos de 2005 e 2015. Esse procedimento foi realizado para que se possa observar de forma mais clara quais municípios são os mais intensos no desenvolvimento de inovações, tirando o efeito população. Um município com uma grande população tende a ter um número alto de patentes mesmo que seus habitantes sejam menos produtivos do que aqueles de cidades menores.

Figura 2 - Número de criação média de patentes normalizado pela população – 2005 (média de 2004, 2005 e 2006) e 2015 (média de 2014, 2015 e 2016)



Fonte: Dados INPI, elaboração própria com base no software Geoda.

\*Zero – Representa os municípios que não tiveram criação de patentes de inovação nos períodos de análise.

No triênio referenciado no ano de 2005 (média de 2004, 2005 e 2006), 943 municípios na região Sul do Brasil apareciam sem nenhuma patente de inovação. Entretanto, no triênio de 2015 (média de 2014, 2015 e 2016) esse número se reduziu para 876, ou seja, ocorreu um aumento dos municípios da região com atividade inovadora no período considerado. Isso fez com que os quantis que eram representados por 61 municípios em 2005 passassem para 78 em 2015.

Pode-se verificar que, no triênio de 2005, os municípios com maior número de criação média de patentes normalizado pela população (4º quantil) se encontravam equitativamente distribuídos entre os três estados, sendo o norte do Rio Grande do Sul, Norte de Santa Catarina e Sul do Paraná as regiões com maior adensamento de criação de patentes. No triênio de 2015, identifica-se que houve um processo de concentração espacial, sendo que Santa Catarina ficou com a maior parte dos criadores de patentes normalizado pela população. Isso pode ser indício de que a lei de inovação tecnológica Nº 14.328 de 15 de janeiro de 2008 Santa Catarina tenha induzido uma consolidação do sistema de inovação do estado.

A seguir as Tabelas 3 e 4, por sua vez, apresentam as dez principais cidades do Sul do país em termos de patentes por 100 mil habitantes, para os triênios de 2005 e 2015 respectivamente. O objetivo desta parte da análise é identificar municípios que são altamente produtivos em relação a população.

Tabela 3 - Número de Patentes Normalizado pela população, 2005 (média de 2004, 2005 e 2006)

Município	UF	Triênio 2005	
		Criação de Patentes	Taxa de Participação
Mato Castelhanos	RS	64,03	0,21%
Salvador das Missões	RS	51,30	0,17%
Vargem	SC	31,26	0,12%
São Pedro de Alcântara	SC	26,14	0,12%
Gentil	RS	20,01	0,04%
Bento Gonçalves	RS	18,22	2,32%
Ipiranga do Sul	RS	17,78	0,04%
Luzerna	SC	17,46	0,12%
Passo Fundo	RS	16,55	3,82%
Estação	RS	15,00	0,12%
CR10		277,75	7,08%

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do INIP e IBGE.

\* Patentes por 100.000 habitantes.

Observa-se, na Tabela 3, que são produzidas 7,08% das patentes de todos os três estados do Sul nos 10 municípios com maior número de criação de patentes normalizado pela população. Destes municípios, nenhum está localizado no Paraná, apesar do estado em 2005 ter a cidade que mais produziu patentes (Curitiba).

Tabela 4 - Número de Patentes Normalizado pela população 2015, (média de 2014, 2015 e 2016)

Município	UF	Triênio 2015	
		Criação de Patentes	Taxa de Participação
Eugênio de Castro	RS	36,44	0,09%
São Manoel do Paraná	PR	30,58	0,06%
Luzerna	SC	29,23	0,15%
São Pedro de Alcântara	SC	24,82	0,12%
Alto Feliz	RS	22,04	0,06%
Salto Veloso	SC	21,85	0,09%
São João do Oeste	SC	21,30	0,12%
Erval Grande	RS	19,20	0,09%
Coronel Pilar	RS	19,16	0,03%
Nova Roma do Sul	RS	18,71	0,06%
CR10		243,48	0,87%

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do INIP e IBGE.

\* Patentes por 100.000 habitantes.

Na tabela 4, por outro lado, identifica-se que a participação desses municípios reduziu consideravelmente em 2015.

Com a finalidade de captar e revelar se há presença de autocorrelação espacial nos dados, computou-se, por meio do *software* GeoDa, a estatística I de

Moran. Foram calculados os coeficientes por meio das matrizes de peso espacial  $W$  com a convenção de 3, 5, 7 e 10 vizinhos mais próximos. A utilização de diversas convenções de cálculo para matriz de defasagem espacial buscou identificar aquela que capta da melhor forma o processo de autocorrelação espacial presente nos dados.

Deste modo, a Tabela 5 traz os coeficientes encontrados do  $I$  de Moran global, como também sua média, desvio padrão,  $z$ -value e o  $p$ -valor da estatística para a produção de patentes média normalizada pela população para os anos de 2005 e 2015 respectivamente.

Tabela 5 - Coeficiente  $I$  de Moran para o Número de Patentes Normalizado pela população, 2005 e 2015

Convenção	Valor	Média	Desvio-Padrão	Z-valor	P-valor
	<b>2005</b>				
3 Vizinhos mais próximos	0,0552	-0,0010	0,0207	2,7136	0,001749
5 vizinhos mais próximos	0,1077	-0,0009	0,0163	6,6488	0,000380
7 vizinhos mais próximos	0,0822	-0,0008	0,0140	5,9483	0,000600
10 vizinhos mais próximos	0,0527	-0,0008	0,0116	4,5951	0,001940
<b>2015</b>					
2 Vizinhos mais próximos	0,0842	-0,0007	0,0264	3,2193	0,003750
3 Vizinhos mais próximos	0,0811	-0,0009	0,0221	3,7190	0,001140
5 vizinhos mais próximos	0,0606	-0,0009	0,0173	3,5587	0,001390
7 vizinhos mais próximos	0,0743	-0,0008	0,0146	5,1380	0,000020
10 vizinhos mais próximos	0,0733	-0,0009	0,0122	6,0633	0,000010

Fonte: Resultado da pesquisa.

Nota: Pseudo- significado empírica baseada em 99999 permutações aleatórias.

A convenção da matriz espacial que apresentou maior estatística  $I$  de Moran global para o triênio de 2005 foi a matriz de 5 vizinhos, a qual apresentou um valor de 0,1077. Para o triênio de 2015, por outro lado, a convenção que apresentou o maior valor foi a matriz de 2 vizinhos, com um valor para estatística  $I$  de Moran de 0,0842. Esse valor é menor do que aquele encontrado para o ano de 2005, sugerindo, portanto, que ocorreu uma desconcentração espacial nas atividades inovativas entre os municípios da região Sul do Brasil, porém, agora, municípios mais próximos têm mais influência, quando comparado ao período anterior.

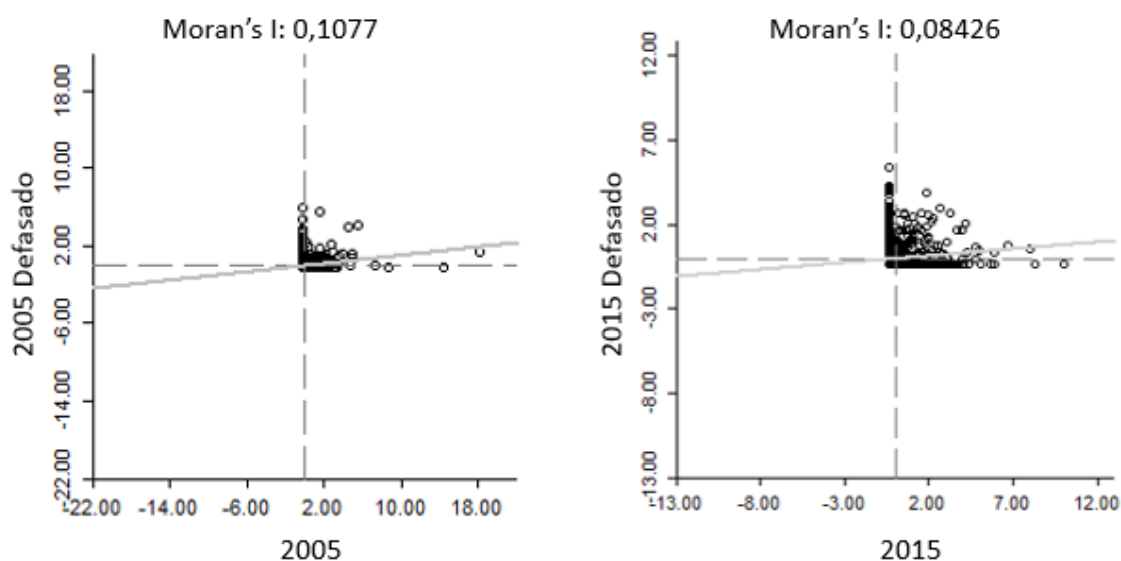
Os resultados para o diagrama de dispersão de Moran são utilizados como complemento para a estatística  $I$  de Moran, na tentativa de identificar padrões locais

de associação espacial contidos nos dados. A estatística I de Moran global não consegue captar tais relações de dependência espacial em nível local.

A Figura 3 mostra os diagramas de dispersão de Moran para a criação de patentes nos triênios de 2005 e 2015.

O primeiro diagrama de dispersão de Moran, da esquerda para direita, referente ao triênio de 2005, indica que 16,33% dos municípios que possuem criação de patentes, apresentaram uma associação espacial Alto-Alto; enquanto 63,72% foram identificadas como Baixo-Baixo. Para o ano de 2015, a mesma estatística revelou que houve uma queda para 14,81% de municípios com associação espacial Alto-Alto, assim como uma queda para 60,69% de municípios com configuração Baixo-Baixo.

Figura 3 – Diagrama de dispersão de Moran



Fonte: Elaboração própria por meio do software GeoDa.

Obs.: 2005/2015 – Patenteamento normalizado pela população no período de análise

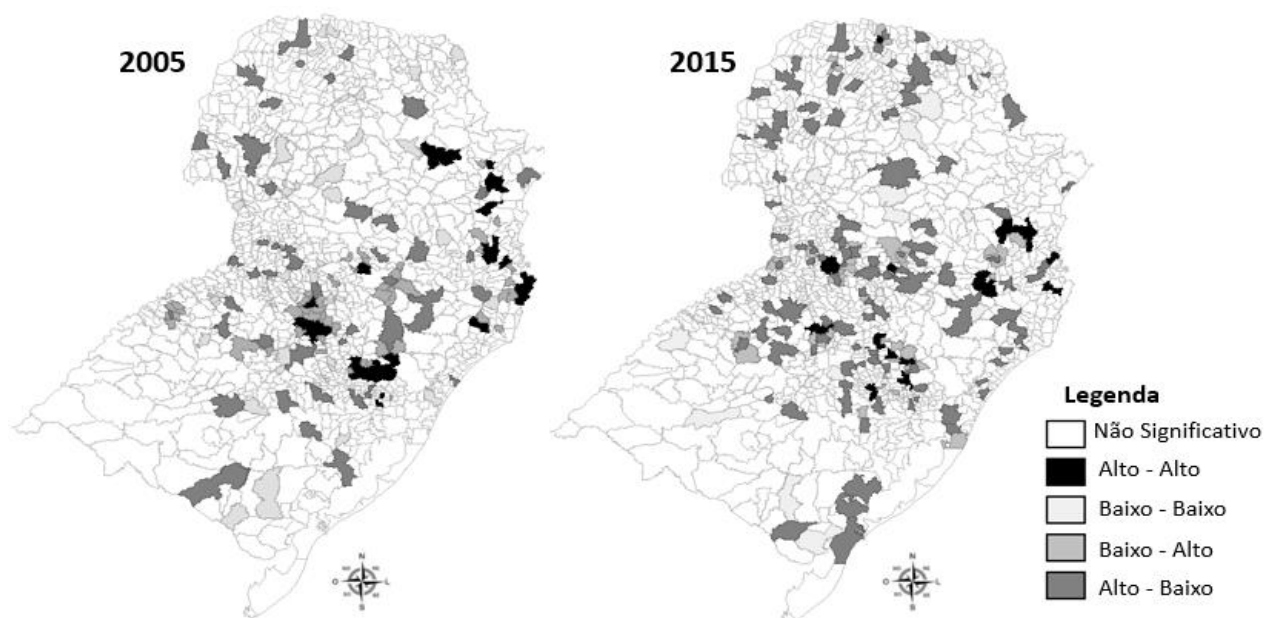
2005/2015 Defasado – Defasagem espacial do Patenteamento normalizado pela população no período de análise.

Entretanto, apesar do diagrama de dispersão de Moran fornecer os padrões locais de associação espacial, ele não é capaz de indicar a existência de *clusters* significativos na criação de patentes. Para tanto, faz-se o uso da estatística LISA que se mostra mais apropriada para identificar agrupamentos espaciais significativos (*Clusters*), assim como instabilidade local da medida de associação global da estatística I de Moran, revelada com a presença de valores espaciais extremos. A

hipótese nula da estatística LISA continua sendo a de ausência de associação espacial, embora passe agora a ser considerado o nível local e não mais o global.

A Figura 4 mostra o mapa de *clusters* (LISA) para a criação média de patentes durante os triênios de 2005 e 2015, identificando os quatro tipos de associações espaciais possíveis, isto é, os padrões Alto-Alto (AA), Baixo-Baixo (BB), Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA). Cerca de 38% das estatísticas significativas ao nível de pseudo-significância de 5% caem nos quadrantes I ou III do diagrama de dispersão, os quais representam agrupamentos AA ou BB, indicando a formação local de *clusters*.

Figura 4 – Mapa de significância de Moran para patenteamento normalizado (LISA)



Fonte: Elaboração própria por meio do software GeoDa.

Ao analisar os clusters do tipo AA presentes no estado do Paraná em 2005, pode-se destacar as cidades de Colombo e São José dos Pinhais, as quais pertencem a região metropolitana de Curitiba, região com elevada escala urbana, econômica, base acadêmica e científica como identificada por Diniz e Gonçalves (2001). Esses mesmos autores destacaram um processo de fortalecimento do complexo automotivo da região entre 1970 e 1990, podendo ser uma das causas desse *cluster* AA no Paraná. Entretanto, evidencia-se a perda de relevância dos

*clusters* localizados no estado do Paraná ao se analisar o ano de 2015, pois o estado não apresentou nenhum cluster AA nesse período.

Em Santa Catarina, por sua vez, destacam-se três aglomerações do tipo AA a primeira representada pelos municípios de Timbé, Indaial, Blumenau, Gaspar e Brusque; a segunda pela grande Florianópolis, composta Governador Celso Ramos, São José, Palhoça e Florianópolis; e, por fim, a terceira aglomeração com os municípios de Herveral do Oeste e Erval Velho. Além disso, aparece, de forma isolada, o município de Campo Alegre, no norte do Estado.

Em 2015, por sua vez, houve o surgimento de mais um o *cluster* espacial AA nas cidades de Chapecó, Guatembu, Xanxerê, Xaxim. Além disso, o estado manteve os *clusters* AA identificados em 2005. Houve também a consolidação do *cluster* presente na região da grande Florianópolis, formando um “polígono” de alta atividade tecnológica na região metropolitana de Florianópolis e em seus vizinhos mais próximos, com a ampliação para áreas antes não significativas, como é o caso do Município de Biguaçu.

Pode-se inferir, dessa forma, a consolidação e a ocorrência de um processo de transbordamento tecnológico na região. Essa consolidação de Santa Catarina está de acordo com os resultados encontrados por Rodriguez *et al.* (2017) que identificou o estado como importante agente no Sistema de Inovação brasileiro. Além disso, houve um leve deslocamento do *cluster* AA localizado na região de Blumenau, que deixou de constar com municípios ao sul, como Gaspar e Brusque e incorporou, por sua vez, os municípios imediatamente ao norte como Pomerode, Jaraguá do Sul e Schroeder.

No Rio Grande do Sul, houve duas aglomerações espaciais do tipo AA que se sobressaíram em 2005. A primeira é composta pelos municípios de Caixas do Sul, Flores de Cunha, Farroupilha, Garibaldi, Bento Gonçalves, Veranópolis. A segunda, por sua vez, é composta por Marau, Gentil, Mato Castelhana, Passo Fundo. Gonçalves (2007) chamou essas aglomerações de “corredor inovativo” do Rio Grande do Sul, pois a região é caracterizada por uma alta concentração populacional e industrial. Para o ano de 2015 o primeiro *cluster* deixou de ser significativo, enquanto, por outro lado, houve o surgimento de um novo *cluster*, composto pelos municípios de David Canabarro, São Domingos do Sul, Serafina Corrêa e Piraí.

Em relação a Autocorrelação Espacial Global Bivariada utilizada com a intenção de analisar a dependência espacial entre variáveis distintas, no presente trabalho foi verificada sua existência entre o nível de patenteamento de um município em 2005 e 2015 e o nível de outras variáveis em seus vizinhos em períodos correspondentes. A finalidade principal foi verificar se alguns atributos específicos dos municípios vizinhos são necessários para tornar viável o processo de inovação em determinada localidade. As variáveis utilizadas, como mencionado na metodologia, foram o número de pesquisadores, o percentual da população em área urbana e o Índice de Desenvolvimento humano dos municípios.

Os resultados encontrados estão contidos na Tabela 6 e como pode ser observado nem todas as variáveis apresentaram correlação espacial significativa.

Tabela 6 - Indicador Global Bivariado de Autocorrelação Espacial

Variáveis	Vizinhos mais próximos				
	01	03	05	07	10
Ind1 x PU2000	0,0071	0,0154	0,0106	0,0131	0,0098
Ind2 x PU2010	0,0879**	0,0557**	0,0367**	0,0406**	0,0335**
Ind1 x IDHM2000	0,0845**	0,0772**	0,0673**	0,0676**	0,0661**
Ind2 x IDHM2010	0,1416**	0,1322**	0,1176**	0,1180**	0,1071**
Ind1 x B.Pes1	0,0302	0,0019	0,0068	0,0021	0,0013
Ind2 x B.Pes2	0,0323	0,0032	0,0014	-0,0016	-0,0026

Fonte: Elaboração própria por meio do software GeoDa

Notas: Ind1: Número de criação média de patentes normalizado pela população do triênio 2004, 2005 e 2006

Ind2: Número de criação média de patentes normalizado pela população do triênio 2014, 2015 e 2016

PU2000: Porcentagem da população urbana no ano 2000

PU2010: Porcentagem da população urbana no ano 2010

IDHM2000: Índice de desenvolvimento humano 2000

IDHM2010: Índice de desenvolvimento humano 2010

B.Pes1: Somatório bruto de pesquisadores com título acima de mestrado média do período 2004,2005 e 2006

B.Pes2: Somatório bruto de pesquisadores com título acima de mestrado média do período 2014,2015 e 2016

Nota: Pseudo- Significado empírica baseada em 99999 permutações aleatórias.

\* indica 5% de significância

\*\* indica 1% de significância



Na Tabela 6 as relações mais fortes estão vinculadas ao Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios (IDHM), variável significativa à 1% em ambos os períodos. Além disso, o grau de associação espacial se elevou consideravelmente no período, indicando que o desenvolvimento dos municípios vizinhos passou a exercer *spillover* ainda maior, influenciando o nível de inovação de uma determinada localidade.

O percentual de pessoas vivendo na área urbana, apesar de não ter apresentado um resultado significativo no primeiro período, passou a influenciar positivamente a inovação no segundo período, tornando-se uma variável relacionada com o nível de patenteamento dos vizinhos. Esse resultado é coerente com Gonçalves (2016), que encontrou que a geração de inovação tende a ocorrer em áreas com uma escala urbana mínima. O número de pesquisadores, por sua vez, não apresentou significância estatística em ambos os períodos, indicando que o número de pesquisadores nos municípios da região Sul não exerce *spillover* sobre as regiões vizinhas.

Por fim, nota-se que para todos os casos, com significância estatística, a influência positiva se manteve mais forte apenas para um vizinho mais próximo, diminuindo esse efeito conforme se aumenta o número de vizinhos da matriz de ponderação. Portanto, apesar da ocorrência de transbordamentos, ela tende a possuir apenas um pequeno raio de influência.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho buscou realizar uma análise exploratória dos dados para a atividade inovadora nos municípios da região Sul do Brasil, com o intuito de identificar padrões na evolução espacial e temporal no sistema de inovação da região, utilizando como *proxy* as patentes de inovação. Os anos analisados foram 2005 (média do triênio 2004, 2005 e 2006) e 2015 (média de 2014, 2015 e 2016). A utilização da média trienal se deveu a finalidade de minimização de flutuações aleatórias na produção de patentes da região, ou seja, buscou-se uma melhor representação estrutural da inovação no Sul do país, evitando perturbações não recorrentes.

A primeira conclusão do estudo a se destacar se refere à rejeição da hipótese de aleatoriedade na distribuição do patenteamento normalizado pela população para

os municípios pertencentes a região Sul do Brasil, isto é, constatou-se a existência de autocorrelação e dependência espacial. Os municípios com elevado número de criação de patentes são vizinhos de outros com valores também alto para esta variável, sendo o inverso também verdadeiro. Portanto, conclui-se que a localização espacial pode ser uma variável relevante para explicar a atividade de inovação na região.

A segunda evidência encontrada foi que os estados do Sul do Brasil registraram um ambiente relativamente propício para a inovação em 2005, assim como 2015. Entretanto, em 2015, Santa Catarina e Rio Grande do Sul passaram a se sobressair no que se refere à produção de patentes normalizada pela população. Rio Grande do Sul, por exemplo, conta com a maioria dos *clusters* encontrados e o estado de Santa Catarina possui o maior *cluster* da região em ambos os momentos considerados. O estado do Paraná, por outro lado, perdeu relevância relativa e passou a contar com nenhum *cluster* espacial significativo em 2015.

Por fim, devido à escassez de estudos dedicados à análise do Sistema Regional de Inovação do Sul, fica em aberto a questão sobre os motivos e determinantes das alterações aqui encontradas. Portanto, trabalhos futuros são necessários para o melhor entendimento do sistema de inovação da região.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. et al. A distribuição espacial da produção científica e tecnológica brasileira: uma descrição de estatística de produção local de patentes e artigos científicos. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 1, n. 2, p. 225-251, 2002.

ALBUQUERQUE, Eduardo. **Notas sobre os determinantes tecnológicos do catching up**: uma introdução à discussão sobre o papel dos sistemas nacionais de inovação na periferia. Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

ALMEIDA, E. S. **Econometria espacial aplicada**. Campinas, SP: Alínea. 2012.

BRASIL. Lei Nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Disponível em: <http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=76049&indice=1&totalRegistros=43> Acesso em: 11 set. 2017.

CASSIOLATO, José Eduardo; LASTRES, Helena Maria Martins. **Inovação, globalização e as novas políticas de desenvolvimento industrial e tecnológico**. CASSIOLATO, José Eduardo; LASTRES, Helena Maria Martins. Globalização e inovação localizada: experiências de sistemas locais no Mercosul. Brasília: IBICT/MCT, 1999.

COOKE, Philip N.; HEIDENREICH, Martin; BRACZYK, Hans-Joachim (Ed.). **Regional Innovation Systems: The role of governance in a globalized world**. Psychology Press, 2004.

DA MOTTA, Eduardo et al. A distribuição espacial da produção científica e tecnológica brasileira: uma descrição de estatísticas de produção local de patentes e artigos científicos. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 1, n. 2 jul/dez, p. 225-251, 2009.

DOSI, Giovanni. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. **Journal of economic literature**, p. 1120-1171, 1988.

FREEMAN, Christopher. Technical innovation, diffusion, and long cycles of economic development. In: **The long-wave debate**. Springer, Berlin, Heidelberg, 1987. p. 295-309.

FREEMAN, Christopher. **Technology Policy and Economic Performance: The Dynamics of Constructed Advantage**. London: Frances Pinter, 1987.

FREITAS, M. V.; GONÇALVES, E.; MONTENEGRO, R. L. G. Desigualdade tecnológica, convergência espacial e transbordamentos: uma análise por estados brasileiros (1990-2001). **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 4, p. 1-21, 2010.

GARNICA, Leonardo Augusto et al. Gestão de tecnologia em universidades: uma análise do patenteamento e dos fatores de dificuldade e de apoio à transferência de tecnologia no Estado de São Paulo. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 4, p. 624-638, 2009.

GARNICA, Leonardo Augusto; OLIVEIRA, Rodrigo Maia de; TORKOMIAN, Ana Lúcia Vitale. Propriedade intelectual e titularidade de patentes universitárias: um estudo piloto na Universidade Federal de São Carlos-UFSCar. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 24., 2006, Gramado. **Anais...** Gramado, 2006.

GONÇALVES, E. A distribuição espacial da atividade inovadora brasileira: uma análise exploratória. **Estudos Econômicos**, v. 37, n. 2, p. 405-433, 2007.

Haddad, P. R.; Boisier, S.; Ferreira, C. M. C.; Andrade, T. A. **Economia Regional: Teorias e Métodos de Análise**. Fortaleza, BNB/ETENE, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Malha digital do Paraná**, 2017. Disponível em <<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>>. Acessado em: 02 set. 2017

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **Base de dado PI**, 2017. Disponível em <[http://www.inpi.gov.br/so\\_bre/estatisticas/estatisticas](http://www.inpi.gov.br/so_bre/estatisticas/estatisticas)>. Acessado em: 01 set. 2017.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **(PIB) per capita municipal**, 2017. Disponível em: [http://www.ipardes.gov.br/pdf/indices/pib\\_municipal.pdf](http://www.ipardes.gov.br/pdf/indices/pib_municipal.pdf). Acessado em: 02 set. 2017.

IPEADATA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Produto interno bruto (PIB) nominal**, 2017. Disponível em <[www.ipeadata.gov.br](http://www.ipeadata.gov.br)>. Acessado em: 03 de setembro de 2017.

JOHNSON, Björn; LUNDEVALL, Bengt-Ake. Promovendo sistemas de inovação como resposta à economia do aprendizado crescentemente globalizada. In: LASTRES, HMM; CASSIOLATO, JE ARROIO, A. (Ed.). **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**). Rio de Janeiro: Editora UFRJ. p. 83-130

LUNDEVALL, Bengt-Åke; ANDERSEN, Esben Sloth. Small national systems of innovation facing technological revolutions: an analytical framework. In: LUNDEVALL, Bengt-Åke; FREEMAN, Christopher (Ed.). **Small Countries Facing the Technological Revolution**, 1988.

JUNIOR, A. A. B; ALMEIDA, E. Os principais fatores internos e as exportações microrregionais brasileiras. **Revista Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 201-227, mai/ago 2009.

LIST, Friedrich. The National System of Political Economy 1841. Disponível em: <<http://oll.libertyfund.org/titles/list-the-national-system-of-political-economy>> Acesso em: 22 ago. 2017.

MIRANDA, Pedro; ZUCOLOTO, Graziela. **Conhecimento com perfil inovador nas infraestruturas científicas e tecnológicas no Brasil**, 2015.

NELSON, R. **Sources of Economic Growth**. Cambridge, Mass.: Harvard University, 1996.

NELSON, Richard R.; ROSENBERG, Nathan. Technical innovation and national systems. **National innovation systems: A comparative analysis**, v. 1, p. 3-21, 1993.

OLIVEIRA, P. M; GONÇALVES, E.; ALMEIDA, E.; Existe convergência de patenteamento no Brasil? **Rev. Bras. Inov.**, Campinas (SP), 15, n. 2, p. 335-364, jul/dez. 2016.

PARANÁ. Lei nº 17.314, de 24 de setembro de 2012. Dispõe sobre medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica em ambiente produtivo no Estado do Paraná. Disponível em: <<http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=76049&indice=1&totalRegistros=43>> Acesso em: 11 set. 2017.

RIO GRANDE DO SUL. Lei Nº 13.196, de 13 de julho de 2009. Estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica, define mecanismos de gestão aplicáveis às instituições científicas e tecnológicas do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em:[http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?%20Hid\\_Tipo=TEXTO&Hid\\_TodasNormas=52917&hTexto=&Hid\\_IDNorma=52917](http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?%20Hid_Tipo=TEXTO&Hid_TodasNormas=52917&hTexto=&Hid_IDNorma=52917)> Acesso em: 30 out. 2017.

RODRIGUEZ, R. S. GONÇALVES, E.; Hierarquia e concentração na distribuição regional brasileira de invenções por tipos de tecnologias. **Rev. Bras. Inov.**, Campinas (SP), 16 (2), p. 225-266, jul./dez. 2017.

SANTA CATARINA. Lei Nº 14.328, de 15 de janeiro de 2008. Dispõe sobre incentivos à pesquisa científica e tecnológica e à inovação no ambiente produtivo no Estado de Santa Catarina. Disponível em: <[http://www.fapesc.sc.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/03092009lei\\_inovacao.pdf](http://www.fapesc.sc.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/03092009lei_inovacao.pdf)> Acesso em: 30 out. 2017.

SBICCA, Adriana. **Reflexões sobre a abordagem de Sistema de Inovação**, 2001. Disponível em: <<http://www.geocities.ws/adsbicca/textos/siinter.pdf>> Acesso em: 22 ago. 2017.

SCHUMPETER, J. A. *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, McGraw-Hill Book Company Inc., New York, 1939. STAL, Eva; FUJINO, Asa. As relações universidade-empresa no Brasil sob a ótica da Lei de Inovação. **RAI-Revista de Administração e Inovação**, v. 2, n. 1, 2005.

VILLASCHI, Arlindo. Anos 90: uma década perdida para o sistema nacional de inovação brasileiro?. **São Paulo em perspectiva**, v. 19, n. 2, p. 3-20, 2005. São Paulo em perspectiva, v. 19, n. 2, p. 3-20, 2005.