

# Economic Analysis of Law Review

## Determinantes da Inovação na Região Sul do Brasil de 2004 a 2016: uma Perspectiva a partir das Leis Estaduais de Inovação

*Determinants of Innovation in Brazilian Southern Region from 2004 to 2016: a Perspective from the State  
Innovation Laws*

Pedro Henrique Batista de Barros<sup>1</sup>  
*Universidade de São Paulo (FEA/USP)*

Adirson Maciel de Freitas Júnior<sup>2</sup>  
*Universidade de São Paulo (Esalq/USP)*

Cleise Maria de Almeida Tupich Hilgemberg<sup>3</sup>  
*Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)*

### RESUMO

Este trabalho tem como finalidade principal encontrar os determinantes da inovação tecnológica na região Sul do Brasil no período de 2004 a 2016. A investigação buscará identificar os determinantes da produção de conhecimento nas microrregiões sulinas nos estados de SC, RS e PR, além do impacto da positividade, respectivamente, das Leis Estaduais de Inovação promulgadas em 2008, 2009 e 2012. A função de produção de conhecimento (FPC) abordagem teórica e metodológica adotada foi estimada por meio de um modelo de regressão com dados em painel. Os anos foram escolhidos com o intuito de retratar a implementação das leis de inovação dos estados do Sul, todas criadas no período considerado. Utilizou-se como proxy o número de patentes de inovação por estas serem capazes de captar esforços em desenvolvimento tecnológico. Os principais resultados apontaram que a criação das leis de inovação pelos estados são atributos que podem ter auxiliado na consolidação de seus respectivos ambientes inovativos. Além disso, constatou-se que o Paraná, último estado da região a criar sua lei, perdeu relevância no Sistema de Inovação da região Sul, relativamente ao Rio Grande do Sul e a Santa Catarina. Ademais, alguns elementos se destacaram na FPC para explicar a produção de conhecimento nas microrregiões sulinas, em especial a quantidade de P&D empreendida pelo setor privado, a quantidade de pesquisadores mestres e doutores e, por fim, a densidade de emprego, proxy para a externalidade de aglomeração.

**Palavras-chave:** Sistema Regional de Inovação; Leis de Inovação; Painel de Dados.

**JEL:** K11; O30; O34.

### ABSTRACT

This paper aims to find the determinants of technological innovation in the southern region of Brazil from 2004 to 2016. The research will seek to identify the determinants of knowledge production in the southern microregions in the states of SC, RS and PR, as well as the impact of the approval of the State Innovation Laws enacted in 2008, 2009 and 2012, respectively. The knowledge production function (KPF) theoretical and methodological approach used was estimated using a regression model with panel data. The years were chosen in order to capture the implementation of the innovation laws of the southern states, all created during the period considered. It was used as proxy the number of patents of innovation by these are able to capture efforts in technological development. The main results are that the creation of state innovation laws may have helped consolidate their respective innovative environments. In addition, it was found that Paraná, the last state in the region to create its law, lost relevance in the Innovation System of the South region, relative to Rio Grande do Sul and Santa Catarina. Some elements were identified in the KPF as important to explain knowledge production in the southern microregions, especially the amount of R & D undertaken by the private sector, the number of master and doctoral researchers and, finally, employment density, proxy for externality of agglomeration.

**Keywords:** Regional Innovation System; Innovation Laws; Panel Data.

**R:** 11/11/18 **A:** 19/01/21 **P:** 31/12/21

<sup>1</sup> E-mail: pedrohbarros@usp.br

<sup>2</sup> E-mail: adirson@usp.br

<sup>3</sup> E-mail: 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 inovação 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. Entretanto, a geração de conhecimentos e inovações, muitas vezes, incorre em altos custos e, conforme Romer (1993), devido característica de serem bens não rivais, os retornos obtidos com a invenção são normalmente insuficientes para gerar incentivos ao seu desenvolvimento, resultando em subdesenvolvimento. Por outro lado, segundo Douglas North (1981), o desenvolvimento de direitos de propriedade intelectual, base jurídica para o sistema de patentes, é um dos principais responsáveis pelo moderno crescimento econômico. Portanto, pode-se inferir que a consolidação de instituições que garantam os direitos de propriedade intelectual em determinado país é uma condição essencial para o seu desenvolvimento econômico.

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, posteriormente ampliada por meio da Lei nº 13.243, de 2016), regulamentada pelo Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018. Seu principal objetivo foi 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. Dito de outra maneira, buscou uma consolidação no direito de propriedade intelectual no país.

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 e STAL, 2004). Fatos tais que foram objetivos específicos da legislação citada, conforme a própria Lei nº 13.243 em seu Art. 1º, que buscou estabelecer “...medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional do País, nos termos dos arts. 23, 24, 167, 200, 213, 218, 219 e 219-A da Constituição Federal”.

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 nº 17.314 de 24 de setembro de 2012.

Neste contexto, o presente trabalho tem como finalidade verificar como esse processo impactou na inovação tecnológica das microrregiões da Região Sul do Brasil, por meio da análise da criação de patentes na região. A investigação buscará identificar os determinantes da produção de conhecimento nas microrregiões sulinas no período de 2004 a 2016. A função de produção de conhecimento (FPC), como ficou conhecida após o trabalho seminal de Griliches (1979), será

utilizada como base para o presente trabalho, assim como a sua versão ampliada de Jaffe (1989) que incorporou a noção de localização geográfica na análise da FCP.

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 e um sistema que comporta o seu desenvolvimento”, além de ser resultado do direito de propriedade intelectual. Portanto, ao analisar o número de patentes das microrregiões 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, além de inferir sobre a consolidação das instituições garantidoras de propriedade intelectual, após a criação da Lei nº 10.973 em âmbito nacional e das leis estaduais nº 14.328, nº 13.196 e nº 17.314.

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 ressalta 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* espaciais, 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.

Entretanto, segundo Douglas North (1981), quando os direitos de propriedade intelectual não são assegurados pelas instituições de determinado país, mesmo havendo condições propícias para a inovação, essa pode não ocorrer. Conforme o autor:

O que determina a taxa de desenvolvimento de novas tecnologias e do conhecimento científico puro? No caso da mudança tecnológica, a taxa de retorno social do desenvolvimento de novas técnicas provavelmente sempre foi alta, mas seria de se esperar que, até os meios de aumentar a taxa de retorno privada do desenvolvimento de novas técnicas serem concebidos, haveria um progresso lento no engendramento de novas técnicas [...] Durante todo o passado da humanidade, foram desenvolvidas continuamente novas técnicas, mas a um ritmo lento e intermitente. A principal razão é que os incentivos para o desenvolvimento das novas técnicas aconteceram apenas esporadicamente. Normalmente, as inovações podiam ser copiadas por terceiros, sem



nenhum custo e sem qualquer recompensa ao inventor ou inovador. A incapacidade de desenvolver, até tempos bastante modernos, direito de propriedade sistemáticos no campo da inovação foi uma importante causa da lentidão na mudança tecnológica. (DOUGLAS NORTH, 1981, p. 164)

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, sendo que a falta de instituições e uma base jurídica sólida que garantam os direitos de propriedade intelectual são os principais responsáveis para tal contexto.

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. Freitas Júnior e Barros (2019) também identificaram que a produção de conhecimento tecnológico no Brasil está concentrada principalmente na região Sudeste e Sul do país.

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, 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. Inclusive, Barros *et al.* (2019) confirmou a hipótese de *catching up* para os municípios sulinos, identificando um processo de homogeneização do progresso tecnológico da região.

Dessa forma, o presente trabalho buscará verificar os determinantes da função de produção da inovação no Sul do país e o impacto das Leis de Inovação estaduais no Sistema de Inovação da

região. 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. Função de Produção de Conhecimento (FPC)**

A Função de Produção de Conhecimento (FPC) foi inicialmente formulada em Griliche (1979) e Griliche (1984). Posteriormente, Jaffe (1989) expandiu o modelo para aplicá-lo à unidades geográficas, ampliando, dessa forma, o escopo de análise da produção de conhecimento. Desde então, diversos trabalhos têm aplicado a FPC na busca de entender e analisar os determinantes do processo inovativo em diversos países e regiões (ACS ET AL, 1994; ANSELIN ET AL, 1997; CRESCENZI ET AL., 2007; FRITSCH AND SLAYSTCHEV, 2007; GONÇALVES E ALMEIDA, 2009; MONTENEGRO ET AL, 2011). Dessa forma, a FPC, seguindo a abordagem adotado por Jaffe (1989), pode ser representada da seguinte forma:

$$\log(P_{it}) = \beta_k \log(I_k) + \epsilon_{it} \quad (1)$$

Onde  $i$  se refere a unidade de observação (microrregiões);  $t$  é um índice de tempo;  $P$  é o número de patentes por cem mil habitantes;  $I$  é um vetor com  $k$  insumos geradores de conhecimento.

Para se estimar os modelos acima será utilizado o método de regressão com dados em painel. Tal escolha se deve ao fato de que a geração de conhecimento ao longo do tempo pode não estar simplesmente relacionado com os insumos explicitamente incluídos na FPC, mas também com características próprias de cada microrregião incluída no modelo. O método de dados em painel possibilita justamente captar essa heterogeneidade dos elementos contidos na amostra que não pode ser identificada de forma direta e, portanto, acabaria indo para o termo de erro, enviesando as estimativas quando estão correlacionadas com as variáveis explicativas.

Por isso, a estimação por um modelo clássico de regressão linear não seria a melhor especificação, pois, nesses casos, há a quebra de uma das suas hipóteses básicas: a de ausência de auto correlação entre as variáveis explicativas e o termo de erro. Isso pode tornar o modelo viesado e inconsciente. Dessa forma, a utilização da regressão com dados em painel tem como objetivo minimizar o viés e tornar o modelo consistente, ou seja, simétrico e com menor variância possível. Sendo assim, possibilitando a melhor captura da dinâmica verdadeira apresentada pelo fenômeno por meio da identificação da heterogeneidade não observada ( $\theta_{it}$ ).

Para efeitos de comparação, serão estimados basicamente dois modelos alternativos, o modelo de efeito fixo (*fixed effect* – FE) e o modelo de efeito aleatório (*random effect* – RE). Posteriormente, realiza-se o Teste de Hausman para identificar qual modelo é o mais adequado aos presentes dados. Por fim, compara-se o melhor modelo com aquela realizada por MQO, chamada de *Pooled*, por ser efetuado a regressão com o simples empilhamento dos dados, sem considerar a questão temporal.

O base de dados para representar o conhecimento será o número de criação de patentes nas 94 microrregiões do Sul do Brasil. 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. De posse desse banco de dados, construiu-se um indicador de criação de patentes normalizado pela população. Para população são utilizados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

De posse desse banco de dados, construiu-se um indicador de criação de patentes por cem mil habitantes, conforme indicado por Gonçalves (2007), expressa-se por:

$$\vartheta_{ij} = \frac{P.Inovação_{ij}}{(População_{ij}/100.000)} \quad (2)$$

Onde  $\vartheta_{ij}$  representa o indicador de criação de patentes por cem mil habitantes da microrregião  $j$  no ano  $i$ ;  $P.Inovação_{ij}$  é o número de patentes de inovação criadas no ano  $i$ ;  $População_{ij}$  representa o tamanho da população da microrregião  $j$  no ano  $i$ . Assim, as microrregiões com pouca população ganham maior peso na criação de patentes, quando comparados diretamente com microrregiões de grandes populações, medindo de forma eficaz a produtividade inovativa das regiões.

As variáveis explicativas, insumos utilizados na Função de Produção de Conhecimento, estão descritas no Quadro 1.

**Quadro 1** – Variáveis explicativas utilizadas na FPC.

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO	FONTE
Pesquisador Mestre e Doutor	Número de pesquisadores Mestre e Doutores em instituições de pesquisa públicas e privadas.	CAPES
P&D Privado	Proporção de trabalhadores técnico-científicos no emprego total	RAIS
Trabalha. Ensino Superior	Parcela de trabalhadores com ensino superior completo.	RAIS
Número de Estabelecimentos	Número de estabelecimentos com mais de um empregado <i>per capita</i> .	RAIS e IBGE
Porte das Empresas	Proporção de empresas com mais de 500 empregados no total da microrregião.	RAIS
Densidade de Emprego	Número de pessoas ocupadas por Km <sup>2</sup> .	RAIS e IBGE
PIB	Produto Interno Bruto das microrregiões.	IBGE
Despesa Ciência e Tecnologia	Despesa dos municípios da microrregião em ciência e tecnologia.	IPEA/FINBRA
Lei de Inovação SC	<i>Dummy</i> para Lei de Inovação de Santa Catarina de 2008.	-
Lei de Inovação RS	<i>Dummy</i> para Lei de Inovação do Rio Grande do Sul de 2009.	-
Lei de Inovação PR	<i>Dummy</i> para Lei de Inovação do Paraná de 2012.	-

Fonte: Elaboração própria.

A escolha das variáveis foi baseada nos trabalhos já citados neste artigo, especialmente naqueles que buscaram investigar a inovação no contexto brasileiro, como é o caso dos seguintes trabalhos: Gonçalves (2009), Freitas et. al (2010) e Montenegro et al. (2011). De qualquer forma, algumas variáveis necessitam de maiores explicações. Por exemplo, não há dados disponíveis em relação ao P&D privado, por isso, utilizou-se como *proxy* a proporção de profissionais ocupados em atividade técnico-científicas na microrregião, seguindo recomendações de Araújo, Cavalcante e



Alves (2009)<sup>4</sup>. Segundo Freitas et al. (2010) e Montenegro et al. (2011), essa variável é uma *proxy* adequada para representar o P&D privado, devido à alta correlação existentes entre elas, sendo, portanto, a melhor variável para representar o P&D privado, em vista da inexistência de dados.

No que se refere aos *Dummies* referentes as Leis de Inovação, essa foram construídas seguindo método proposto por Wooldridge (2010) para dados em painel. Primeiramente, criou-se uma variável temporal (*t*) para cada um dos dozes anos analisados e três variáveis dicotômicas (*Lei.SC*, *Lei.RS* e *Lei.PR*) que assumem 0 para a microrregião do respectivo estado no período anterior à criação da Lei de Inovação estadual (2008, 2009 e 2012) e 1 para o período posterior. Por fim, estabeleceu-se uma *dummy* de interação entre elas. De uma forma geral, o resultado pode ser formalizado da seguinte forma:

$$y_{it} = \alpha + \theta_{it} + \beta_1 X_{it} + \beta_2(t.Lei.SC) + \beta_3(t.Lei.RS) + \beta_4(t.Lei.PR) + \epsilon_{it} \quad (3)$$

Em que *X* é o vetor de variáveis explicativas para a microrregião *i* no período *t*;  $\theta$  é a heterogeneidade não observada.

Segundo Wooldridge (2010), esse método torna possível a especificação de variáveis *dummy* no contexto da regressão com painel de dados. Portanto, tal procedimento busca isolar o efeito temporal as microrregiões de cada estado da região Sul com a finalidade de identificar se as leis de inovação propiciaram um avanço institucional significativo, gerando aumento na geração de conhecimento. Vale dizer, entretanto, que os resultados encontrados não serão definitivos, especialmente no que se refere às magnitudes das variáveis, devido a impossibilidade de separação de possíveis influências aleatórias não captadas pelo termo  $\theta$  de heterogeneidade não observada. De qualquer forma, no caso de se encontrar padrões específicos e significativos nas variáveis dicotômicas utilizadas para representar as Leis Estaduais de Inovação, será possível inferir a possibilidade de tais normais terem contribuído ou não para a consolidação dos Sistemas Regionais de Inovação dos estados analisados.

#### 4. Análise dos Resultados

Uma análise descritiva prévia dos dados foi realizada, relativamente ao desempenho na criação de patentes pelos estados aqui analisados, com a finalidade de verificar a dinâmica inovativa do Sistema de Inovação da região Sul. A Tabela 1 mostra o número de patentes criadas, assim como a criação de patentes por cem mil habitantes, ambos para os anos de 2005 e 2015, além da taxa de crescimento apresentada no período. No que se refere a quantidade total de patentes criadas, verifica-se que o estado do Rio Grande do Sul foi aquele que apresentou a maior taxa (a) de crescimento, 46%, entre 2005 e 2015 enquanto o Paraná obteve a menor, de 31%. Tal colocação, quando ponderado pela população, mantém-se. Nesse caso, entretanto, destaca-se a ampliação da diferença apresentada pelo RS, que obteve um crescimento no número de patentes por cem mil habitantes, taxa (b) de 44%, mais do que o dobro apresentada pelos demais estados, 20% para SC e 19% para o PR

<sup>4</sup> Foram incluídos profissionais de biotecnologia, biomédicos, engenheiros, pesquisadores, profissionais de matemática e estatística, analistas de sistemas computacionais, físicos, químicos, profissionais do espaço e da atmosfera e arquitetos.

**Tabela 1** - Criação de patentes bruta e por cem mil habitantes 2005<sup>5</sup>, 2015<sup>6</sup> e 2005-2015.

	Criação de Patentes Bruta			Criação de Patentes/cem mil habitantes		
	2005	2015	Taxa (a)	2005	2015	Taxa (b)
PR	291	381	0.31	41	49	0.19
RS	295	431	0.46	56	81	0.44
SC	217	299	0.38	53	64	0.20

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

Dessa forma, pode-se inferir que a distribuição da atividade inovativa no Sistema de Inovação da região Sul está se tornando mais concentrada em razão do RS, estado com maior número bruto e por cem habitantes de patentes, ser aquele que apresentou maior taxa de crescimento do período. Por outro lado, o fraco desempenho relativo do estado do Paraná possivelmente pode ser devido à sua promulgação relativamente atrasada de sua lei estadual de inovação. A Tabela 2 traz o número de criação de patentes entre as oito microrregiões com maior número de patentes nos anos de 2005, assim como a taxa de participação relativa no total de patentes da região. Portanto, refere-se aos anos anteriores à criação das leis estaduais de inovação.

**Tabela 2** - Número de patentes por microrregião em 2005.

Microrregiões	UF	Ano 2005	
		Criação de Patentes	Taxa de Participação
Curitiba	PR	178	22.16%
Porto Alegre	RS	132	16.39%
Caxias do Sul	SC	63	7.88%
Joinville	SC	59	7.39%
Florianópolis	SC	50	6.18%
Passo Fundo	RS	35	4.40%
Blumenau	SC	34	4.23%
Maringá	PR	26	3.24%
Total		577	71,87%

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. As oito microrregiões maior participação na criação de patentes obtiveram uma média de 577 patentes, ou seja, 9,4% das microrregiões são responsáveis por aproximadamente 71,87% das patentes de inovação criadas em toda a região sul. Isso evidencia a existência de uma concentração das atividades inovativas no Sistema sulino. Além disso, verifica-se a importância da microrregião de Curitiba na participação na criação de patentes, a qual atingiu 22,16% em 2005 do total para o período. Esse fenômeno também foi identificado por Gonçalves (2009), Brito (2016) e dos Santos (2017) que encontraram na microrregião de Curitiba um local composta aspectos regionais favoráveis para a inovação.

A tabela 3, por sua vez, indica o número de patentes criadas em 2015, período posterior à criação das leis estaduais de inovação, e suas respectivas participações relativas. Observa-se que microrregiões como Curitiba, Joinville, Caxias do Sul e Blumenau perderam participação relativa

<sup>5</sup> Refere-se a média de 2004, 2005 e 2006. Procedimento adotado para minimizar choques aleatórios não recorrentes na criação de patentes (também será empregado nas demais análises exploratórias).

<sup>6</sup> Média de 2014, 2015 e 2016.

**Determinantes da Inovação na Região Sul do Brasil de 2004 a 2016: uma Perspectiva partir das Leis Estaduais de Inovação**

na criação de patentes, enquanto, por outro lado, Porto Alegre, Florianópolis, e Pelotas, aumentaram sua participação. Além disso, microrregiões como Passo Fundo e Maringá deixaram de figurar dentre os maiores criadores de patentes da região, substituídos por Pelotas e Itajaí, de acordo com, Oliveira (2016) a concentração da atividade de patenteamento é uma forte característica do Sistema de Inovação do Brasil como um todo porém existe na região sul um processo de desconcentração do desenvolvimento tecnológico, e para Gonçalves (2009), Braun (2015), Brito (2016) e Almeida (2018) a região sul do Brasil apresenta uma maior homogeneização de seu desenvolvimento tecnológico.

**Tabela 3** - Número de patentes por microrregião 2015.

Microrregiões	UF	Ano 2015	
		Criação de Patentes	Taxa de Participação
Curitiba	PR	238	21.33%
Porto Alegre	RS	194	17.35%
Florianópolis	SC	72	6.48%
Caxias do Sul	RS	72	6.45%
Joinville	SC	68	6.09%
Itajaí	SC	33	2.96%
Blumenau	SC	30	2.72%
Pelotas	RS	30	2.66%
<b>Total</b>		<b>737</b>	<b>65,08%</b>

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

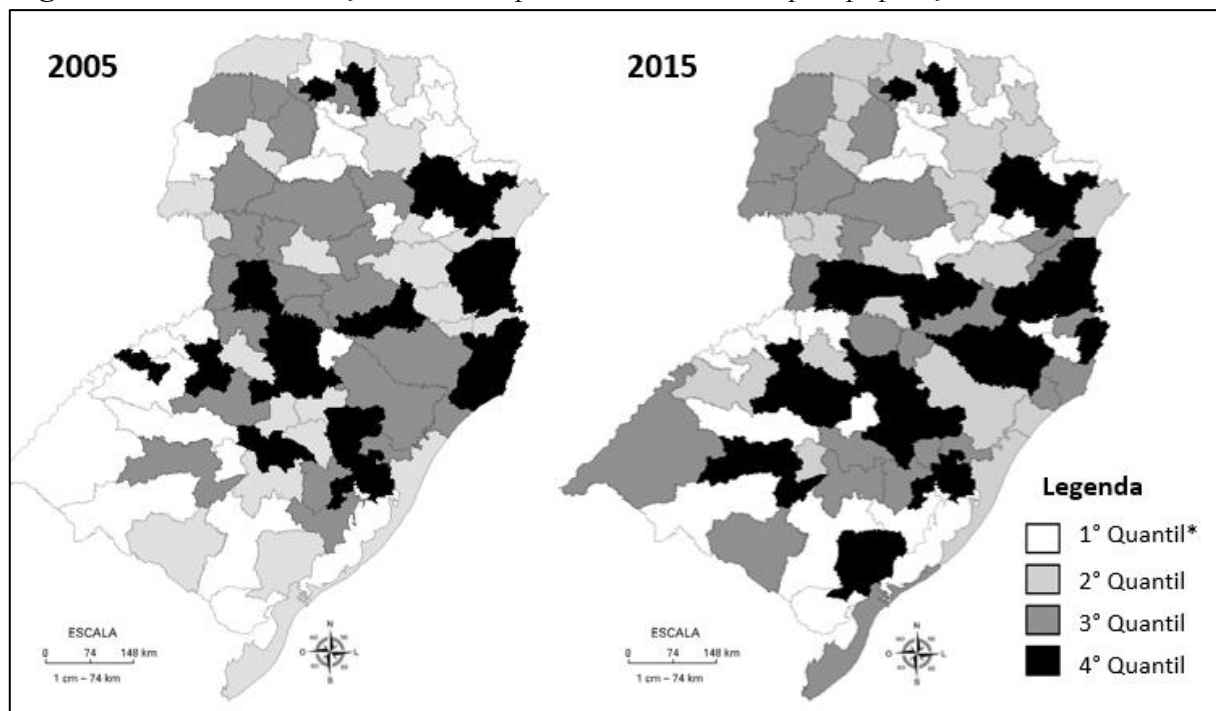
Considerando a criação de patentes para as oito principais microrregiões em número de patentes entre a média trienal de 2005 e média trienal de 2015, houve um aumento de 27,73% de criação de patentes, que passaram de 577 para 737. Assim é registrado uma perda relativa de 6,79% na participação de criação de patentes, pelas oito microrregiões de análise, indicando uma desconcentração da inovação nos três estados analisados. Isso indica que o desenvolvimento tecnológico da região pode estar sofrendo um processo de convergência, isto é, microrregiões com menor número de patentes estão apresentando uma taxa de crescimento maior do que aqueles com número inicial maior de patentes.

A Figura 2 mostra a distribuição 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 microrregiões são mais intensas na geração de inovações, controlando o efeito população. Uma microrregião com uma grande população, por exemplo, tende a ter um grande número de patentes mesmo que seus habitantes sejam poucos produtivos em relação aos de outras microrregiões com menor número de habitantes. Segundo Gonçalves (2007), o efeito mencionado pode ser retirado quando se normaliza a criação de patentes pela população.

Pode-se verificar que, no triênio de 2005, as microrregiões 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, leste de Santa Catarina e sudeste do Paraná, as regiões com maior adensamento de criação de patentes. No triênio de 2015, identifica-se que houve um processo de concentração, sendo que Santa Catarina foi o estado que apresentou o maior avanço relativo dentre os três estados da região. Isso pode ser indício de que o estado, ao ter sido o primeiro a criar sua lei estadual de inovação (Lei de Inovação nº 14.328 de 15

de janeiro de 2008), tenha apresentado uma maior consolidação relativa de seu Sistema de Inovação regional.

**Figura 2** - Número de criação média de patentes normalizado pela população – 2005 e 2015.



Nota: \*1º Quantil – Representa as microrregiões que não tiveram criação de patentes ou somente uma patente em um dos três anos do período de análise.

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

A seguir as Tabelas 4 e 5 apresentam as oito principais microrregiões do Sul do país em termos de criação de patentes por 100 mil habitantes, para os triênios de 2005 e 2015 respectivamente. O objetivo desta parte da análise é identificar microrregiões que são altamente produtivas quando considerado o tamanho de suas populações.

**Tabela 4** - Número de Patentes Normalizado pela população, 2005.

Microrregiões	UF	Triênio 2005	
		Criação de Patentes Por 100.000 mil habitantes	Taxa de Participação por 100.000 mil habitantes
Passo Fundo	RS	11.11	7.36%
Caxias do Sul	RS	8.71	5.77%
Joinville	SC	7.68	5.09%
São Bento do Sul	SC	6.11	4.05%
Florianópolis	SC	6.04	4.01%
Curitiba	PR	5.79	3.84%
Blumenau	SC	5.54	3.67%
Ponta Grossa	PR	5.11	3.39%
Total		56,11	37,19%

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

## Determinantes da Inovação na Região Sul do Brasil de 2004 a 2016: uma Perspectiva partir das Leis Estaduais de Inovação

Observa-se, na Tabela 4, que as oito microrregiões produzem 37,19% das patentes de inovação do total nos três estados do Sul. Dentre elas, destaca-se a microrregião de Passo Fundo no Rio Grande do Sul, sendo a região mais produtiva com cerca de 11,11 patentes de inovação para cada 100.000 habitantes. Segundo Oliveira (2016), quando se considera dados normalizados pela população, as regiões, como Caxias do Sul e Joinville são altamente produtivas.

Conforme destaca Ruiz (2008), as aglomerações econômicas de Curitiba-Joinville têm na sua composição uma significativa concentração em setores produtores de bens duráveis e bens de capital com empresas inovadoras. Segundo Montoya (1993) e Gasperi (2016) a microrregião de Passo Fundo, na década de 90, foi beneficiada pelo desenvolvimento expressivo do setor de telecomunicações e posteriormente pelo forte desenvolvimento da indústria têxtil, resultando na microrregião de Passo Fundo, no triênio de 2005, sendo a região mais produtiva em termos de criação de patentes.

Em seguida, na Tabela 5, são apresentados os dados para o triênio de 2015, o que tornará possível observar o comportamento inovativo das microrregiões após a criação das leis estaduais de inovação.

**Tabela 5** - Número de Patentes Normalizado pela população 2015.

Microrregiões	UF	Triênio 2015	
		Criação de Patentes Por 100.000 mil habitantes	Taxa de Participação por 100.000 mil habitantes
Não-Me-Toque	RS	10.54	5.50%
Caxias do Sul	RS	8.73	4.56%
Florianópolis	SC	7.46	3.89%
Joinville	SC	7.29	3.81%
Curitiba	PR	7.20	3.76%
Passo Fundo	RS	6.85	3.57%
Santa Maria	RS	6.22	3.25%
Chapecó	SC	6.10	3.18%
CR10		60.14	31,52%

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

Primeiramente, nota-se que as microrregiões de Curitiba e Porto Alegre, as maiores produtoras de patentes em termos absolutos, deixam de figurar entre as primeiras posições quando se leva em consideração o tamanho de suas respectivas populações. Além disso, identifica-se que a participação das oito microrregiões com maior número de patentes por 100.000 habitantes se reduziu entre os períodos considerados. Verifica-se uma queda de 37,19% para 31,52%, apesar da média das oito microrregiões com maior número bruto de patentes ter se elevado 57,11 para 60.14.

Isso indica que o Sistema de Inovação da região Sul passou a ter uma distribuição mais igualitária, quando se considerada a produtividade na criação de inovações, o que indica a consolidação de seu sistema inovativo. Esse fenômeno foi descrito por Rodriguez *et al.* (2017), que identificou uma desconcentração da inovação brasileira, que era localizada essencialmente no estado de São Paulo, para os demais estados do Sudeste e especialmente para os três estados da região Sul do Brasil.

Identificados as características básicas do Sistema de Inovação da região Sul, em termos da distribuição na criação de patentes das microrregiões, o próximo passo será encontrar os determinantes dessa geração. Dessa forma, a Tabela 6 traz os resultados dos modelos estimados



para a Função de Produção de Conhecimento para o período de 2004 a 2016. Primeiramente, estimou-se a FPC por meio do método *Pooled*, de empilhamento de dados, sem considerar, portanto, a questão temporal das informações. Tal procedimento foi adotado com a finalidade de comparação posterior com os modelos estimados por meio do método Painel de Dados, em sua versão aleatória e fixa. Por fim, o Teste de Hausman irá determinar qual é o melhor modelo para representar a FPC para as microrregiões sulinas.

O resultado para o Teste de Hausman encontrado foi que a probabilidade de que não há uma diferença substancial entre os modelos de efeito fixo e o de efeito aleatório é de 30,74%<sup>7</sup>, ou seja, resultou numa estatística  $\chi^2$  de apenas 30.15. Portanto, não se pode rejeitar a hipótese nula de que não há diferença sistemática entre os modelos. Sendo assim, o modelo com efeitos aleatórios é o mais indicado do que o modelo de efeito fixo. Em vista desse resultado, o modelo de efeitos aleatórios, coluna (II) da Tabela 6, será utilizado como base para as análises e procedimentos posteriores.

Dessa forma, as estimações dos parâmetros estão reportadas nas Tabela 6. Primeiramente, cabe ressaltar que o teste de Breusch-Pagan aplicado ao modelo de efeitos aleatórios, detectou a presença da heterogeneidade não observada nas estimações. Para superar esse problema, as estimações contidas na Tabela 5 foram realizadas com variância robusta do tipo Huber/White/Sandwich (HUBER, 1967).

**Tabela 6** – Função de Produção de Conhecimento para as microrregiões sulinas, período de 2004 a 2016.

Variável explicativa	Coeficientes		
	<i>Pooled</i> (I)	Efeitos Aleatórios (II)	Efeitos Fixos (III)
P&D Privado	0.0270*** (0.008)	<b>0.0338*</b> <b>(0.017)</b>	0.0808 (0.070)
Empresa de Grande Porte	0.0191** (0.009)	<b>0.0193</b> <b>(0.011)</b>	0.0135 (0.015)
Pesquisador Mestre e Doutor	0.0868*** (0.015)	<b>0.0767***</b> <b>(0.023)</b>	0.0676** (0.032)
PIB	-0.1358** (0.039)	<b>-0.0935</b> <b>(0.078)</b>	0.0185 (0.142)
Número de Estabelecimentos	0.1231 (0.109)	<b>-0.0384</b> <b>(0.175)</b>	-0.3645 (0.357)
Despesa Ciência e Tecnologia	0.0192*** (0.004)	<b>0.0044</b> <b>(0.004)</b>	-0.0000 (0.004)
Densidade de Emprego	0.2355*** (0.028)	<b>0.2461***</b> <b>(0.053)</b>	0.0662 (0.172)
Trabalha. Ensino Superior	0.1076** (0.045)	<b>0.0564</b> <b>(0.062)</b>	-0.0423 (0.121)

Nota: Os valores entre parênteses referem-se ao Desvio Padrão. \*\*\* Significativo a um nível de significância de 1%; \*\* Significativo a um nível de significância de 5% \* Significativo a um nível de significância de 10%.

Fonte: Resultado da pesquisa.

Na coluna (II) da Tabela 5 estão os resultados obtidos do método de efeitos aleatórios, aquele indicado como o mais adequado pelo teste de Hausman. Nesse caso, observa-se que apenas as variáveis, Pesquisador Mestre e Doutor e Densidade de Emprego apresentaram níveis de significância estatística de 1% enquanto a variável P&D Privado apresentou significância ao nível de 10%.

As demais variáveis não se mostram significativas para explicar a geração de conhecimento entre as microrregiões da região Sul. Ademais, verifica-se que as três variáveis significativas apresentaram uma relação positiva com o nível de patentes criado, isto é, um aumento de qualquer uma delas terá um impacto positivo no conhecimento gerado nas microrregiões analisadas.

A variável P&D Privado e Pesquisador Mestre e Doutor estão intrinsecamente relacionadas com a pesquisa científica e tecnológica, que, segundo Nelson (1993), são importantes vetores de geração de conhecimento e inovação, sejam realizados em universidades ou empresas. Portanto, verifica-se a importância que essas variáveis assumem para o Sistema de Inovação da Região Sul do Brasil em linha com as evidências encontradas por Freitas Júnior *et al.* (2018) que demonstraram a importância desses pesquisadores para a inovação no Paraná, especialmente no âmbito das universidades estaduais do estado.

No que se refere à pesquisa e desenvolvimento realizados em universidades, a hipótese de Dosi (1988) e Nelson e Rosenberg (1993), que consideram essas instituições como um dos principais elementos de um SI, foi verificada como de suma importância para a produção de conhecimento nas microrregiões sulinas.

Por fim, a variável Densidade de Emprego confirmou a hipótese de Jacobs (1969) para o SI da região Sul, indicando que a concentração de mão de obra é capaz de facilitar a difusão e geração de conhecimentos, configurando-se, portanto, como um importante fator explicativo para a inovação da região. Ademais, essa variável foi aquela que apresentou a maior magnitude entre as variáveis significativa, evidenciando sua importância relativa na geração de conhecimentos nas microrregiões dos estados em análise.

A Tabela 7, por fim, apresenta os resultados específicos para as *dummies* referentes às leis de inovação estaduais<sup>8</sup>. Devido ao procedimento adotado, as variáveis dicotômicas só foram computadas para os anos posteriores à promulgação das leis estaduais. Dessa forma, cada estado analisado terá uma quantidade diferente de acordo com a antiguidade das normas analisadas. Ademais, os resultados apresentados para o modelo de efeitos aleatórios na Tabela 6 também são os mais adequados por serem uma continuação daqueles apresentados na Tabela 5.

---

<sup>8</sup> Esses resultados fazem parte da Função de Produção de Conhecimento (FPC) da Tabela 6. Sua apresentação em uma tabela própria visa uma disposição mais adequada para sua respectiva análise, em vista da importância desses resultados para o trabalho proposto.

**Tabela 7** – Resultados para as variáveis dicotômicas representativas das Leis Estaduais de Inovação.

Variável explicativa <i>Dummy</i> Lei de Inovação	Coeficientes		
	<i>Pooled</i> (I)	Efeitos Aleatórios (II)	Efeitos Fixos (III)
Lei de Inovação SC 2009	0.3370**	<b>0.2278*</b>	0.2189*
Lei de Inovação SC 2010	0.2115	<b>0.0985</b>	0.0891
Lei de Inovação SC 2011	0.4184***	<b>0.3161**</b>	0.3379**
Lei de Inovação SC 2012	-0.1771	<b>-0.2945**</b>	-0.2675*
Lei de Inovação SC 2013	-0.2462*	<b>-0.3419***</b>	-0.3172**
Lei de Inovação SC 2014	0.3417**	<b>0.2493*</b>	0.2830*
Lei de Inovação SC 2015	0.3505**	<b>0.2780**</b>	0.3238**
Lei de Inovação SC 2016	0.1784	<b>0.0921</b>	0.1060
Lei de Inovação RS 2010	-0.1068	<b>-0.1093</b>	-0.0753
Lei de Inovação RS 2011	-0.0101	<b>-0.0048</b>	0.0737
Lei de Inovação RS 2012	0.0517	<b>0.0617</b>	0.1464
Lei de Inovação RS 2013	-0.0262	<b>0.0219</b>	0.1214
Lei de Inovação RS 2014	0.2395**	<b>0.2800***</b>	0.3870***
Lei de Inovação RS 2015	0.1855	<b>0.2089**</b>	0.3008**
Lei de Inovação RS 2016	0.3149***	<b>0.3571***</b>	0.4284***
Lei de Inovação PR 2013	-0.2034**	<b>-0.1154</b>	-0.0354
Lei de Inovação PR 2014	-0.1003	<b>-0.0155</b>	0.0740
Lei de Inovação PR 2015	-0.0955	<b>0.0042</b>	0.0944
Lei de Inovação PR 2016	-0.2353**	<b>-0.1221</b>	-0.0485

Nota: \*\*\* Significativo a um nível de significância de 1%; \*\* Significativo a um nível de significância de 5% \* Significativo a um nível de significância de 10%.

Fonte: Resultado da pesquisa.

Portanto, por meio da coluna (II) da Tabela 7, pode-se verificar que a Lei de Inovação para o estado de Santa Catarina só não apresentou significância estatística para o ano de 2010 e 2016. Além disso, apesar de dois anos terem apresentados resultados negativos, o somatório de todas as variáveis resultou em um coeficiente positivo de 0,4348, indicando a possibilidade da Lei de Inovação nº 14.328 de 2008 de SC ter tido um impacto positivo na geração de conhecimentos deste estado, auxiliando na consolidação de seu Sistema de Inovação. Entretanto, os resultados apontam para um impacto relativamente frágil no sistema do estado em vista dos resultados não terem apresentados consistência no que se refere aos sinais dos coeficientes e aos anos considerados.

Em relação ao estado do Rio Grande do Sul, apenas os anos de 2014, 2015 e 2016 apresentaram significância estatística. Portanto, apesar da lei ter sido promulgada em 2009, foram necessários mais de cinco anos para o sistema inovativo do RS apresentar alguma alteração não referentes às demais variáveis explicativas utilizadas no FPC. De qualquer forma, os resultados para os três anos significativos foram todos positivos, com um total de 0,846, valor consideravelmente maior do que aquele apresentado por Santa Catarina. Além disso, eles se concentraram especificamente nos últimos anos considerados, indicando que tais resultados podem se propagar para anos posteriores. Dessa forma, os resultados apontam para uma possível consolidação do Sistema de Inovação do RS, após a promulgação da Lei nº 14.328 em 2009.

Finalmente, o estado do Paraná não apresentou significância significativa para nenhum dos anos analisados. Conforme análise preliminar realizada na Tabela 1, o PR perdeu participação relativa, devido ao menor crescimento apresentada entre os três estados, tanto na quantidade bruta de patentes criadas quanto na versão por cem mil habitantes. Além disso, por meio da Tabela 5, das oito microrregiões mais produtivas da Região Sul, o estado também perdeu relevância relativa.

Tais resultados estão coerentes com os apresentados pelas variáveis dicotômicas da Tabela 7. Dessa forma, a tardia promulgação da Lei de Inovação Estadual nº 17.314 ocorrida apenas em 24 de setembro de 2012, vários anos após suas contrapartes estaduais em SC e RS, pode ser um dos motivos para tal perda de importância relativa no que se refere à consolidação de seu Sistema de Inovação.

## **5. Considerações Finais**

O presente trabalho buscou realizar uma investigação da atividade inovadora no Sistema de Inovação da região Sul do Brasil, utilizando as microrregiões como recorte geográfico básico. O intuito principal foi identificar os determinantes da geração de conhecimento na região assim como a sua evolução temporal, utilizando como *proxy* as patentes de inovação. Os anos analisados correspondem ao período de 2004 e 2016. Por fim, investigou-se os possíveis impactos das Leis de Inovação Estaduais na consolidação dos SI regionais. Para tal, empregou-se o método de regressão com dados em painel, em vista de sua melhor adequação metodológica em relação ao método de *cross-section*.

A principal evidência encontrada foi que os estados do Sul do Brasil registraram um ambiente relativamente propício para a inovação para o período considerado em vista de um aumento no número de patentes registradas de 38,35% no período de 2005 a 2015. Entretanto, quando analisado cada estado separadamente, principalmente após a promulgação das Leis Estaduais de Inovação, os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul passaram a se sobressair no que se refere à produção de patentes normalizada pela população. Estes estados, por exemplo, contam com o maior número de microrregiões com alta produtividade em termos de geração de conhecimentos.

O estado do Rio Grande do Sul se mostrou aquele que apresentou maior crescimento no número de patentes, tanto na sua versão bruta quanto por cem mil habitantes, evidenciando uma consolidação de seu sistema inovativo. Além disso, foi o estado que apresentou a maior soma dos coeficientes obtidos por meio das *dummies* utilizadas para captar os efeitos das Leis Estaduais de Inovação. Dessa forma, infere-se que sua Lei Estadual nº 14.328 de 2009 do RS pode ter contribuído positivamente para a consolidação de seu Sistema Regional de Inovação. Além disso, tem-se, em menor grau, o possível efeito positivo da Lei de Inovação nº 14.328 de 2008 do estado de SC.

Ademais, destaca-se o estado do Paraná, que apresentou uma dinâmica inferior no que se refere à geração de conhecimento no período considerado. A tardia promulgação da sua Lei Estadual nº 17.314 ocorrida apenas em 24 de setembro de 2012, vários anos após suas contrapartes estaduais em SC e RS, pode ser um dos motivos para tal perda de importância relativa no que se refere à consolidação de seu Sistema de Inovação. Tal fato ficou evidente com a análise exploratória preliminar e com as *dummies* Leis de Inovação, que não apresentou nenhum impacto significativo para o PR. Dessa forma, em vista da perda relativa do estado na participação do Sistema de Inovação da região Sul, faz-se necessário, por parte dos agentes públicos, medidas aceleradoras do processo de geração de conhecimento para diminuir tal disparidade de desempenho apresentado.

No que se refere aos determinantes da geração de conhecimento da região Sul do Brasil, alguns elementos foram preponderantes para explicar a inovação no período sob análise, em especial a quantidade de P&D empreendida pelo setor privado, a quantidade de pesquisadores mestres e doutores e, por fim, a densidade de emprego, *proxy* para a externalidade de aglomeração. A partir desses resultados, evidencia-se os elementos-chaves para impulsionar a atividade inovativa

da região Sul. Entretanto, a falta de significância dos demais fatores na geração de conhecimento deixa em aberto os motivos pelos quais tais variáveis não são significativas para o processo inovativo dos estados considerados.

## **6. 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.
- BARROS, P. H. B. de; FREITAS JUNIOR, A. M. de; RAIHER, A. P.; STEGE, A. L. **Distribuição das Patentes Municipais do Sul do Brasil: Uma Análise Espacial, com Ênfase nos Efeitos Locais**. Revista Brasileira de Inovação, Campinas, SP, v. 18, n. 1, p. 9–36, 2019.
- 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 de setembro de 2017.
- BRITO, Jorge et al. **Clusters Industriais na Economia Brasileira: Uma Análise Exploratória a Partir de Dados da RAIS**. Estudos Econômicos (São Paulo), v. 32, n. 1, p. 71-102, 2016.
- BRAUN, Samara; GUIMARÃES, Alanildo G.; SARMENTO, Daniela PG. **Perspectiva da Questão Regional Desigualdade, Estado e Desenvolvimento**. VIII SIDR, 2015.
- CASSIOLATO, José Eduardo; LASTRES, Helena Maria Martins. **Inovação, Globalização e as Novas Políticas de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico**. In: 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.
- DE ALMEIDA, Carla Cristina Rosa; CORRÊA, Vinícius Salatin; DE CASTRO, Priscila Gomes. **Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) em um Sistema de Inovação Imaturo: O Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe) na Região Centro-Oeste**. Textos de Economia, v. 21, n. 1, p. 47-76, 2018.



- DE GASPERI, Carine Cristine et al. **Inovação Como Estratégia Competitiva: Análise de Dois Casos do Setor Têxtil do Norte do Estado do Rio Grande do Sul.** Revista Uniabeu, v. 8, n. 20, p. 17-32, 2016.
- DOSI, Giovanni. **Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation.** Journal of economic literature, p. 1120-1171, 1988.
- DOS SANTOS, Ulisses Pereira. **Aspectos Regionais da Atividade Tecnológica de Empresas Multinacionais no Brasil.** RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico, v. 3, n. 35, 2017.
- 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.
- FREITAS JUNIOR, A.; BARROS, P. H.; HILGEMBERG, C. **Análise da Contribuição das Universidades Estaduais Paranaenses na Geração de Inovação Tecnológica do Estado: Uma Perspectiva a Partir das Leis de Inovação.** A Economia em Revista - AERE, v. 26, n. 1, p. 75-88, 2018.
- (PDF) Distribuição espacial da inovação na região sul do Brasil de 2005 a 2015. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/354909582\\_Distribuicao\\_espacial\\_da\\_inovacao\\_na\\_regiao\\_sul\\_do\\_Brasil\\_de\\_2005\\_a\\_2015](https://www.researchgate.net/publication/354909582_Distribuicao_espacial_da_inovacao_na_regiao_sul_do_Brasil_de_2005_a_2015)>. Acesso em: 28 de dezembro de 2021.
- FREITAS JUNIOR, A.; BARROS, P. H. **An Expanded Knowledge Production Function: Evidence from Brazil with a Dynamic Spatial Panel Approach.** In: XLVII Encontro Nacional de Economia, Anpec, 2019.
- 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.** XXIV Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, p. 1-16, 2006.
- GONÇALVES, E. **A Distribuição Espacial da Atividade Inovadora Brasileira: Uma Análise Exploratória.** Estudos Econômicos, v. 37, n. 2, p. 405-433, 2007.
- IBGE 2017, **Malha Digital do Paraná.** Disponível em <<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>>. Acesso em: 02 de setembro de 2017
- INPI 2017. **Base de Dado PI.** Disponível em <<http://www.inpi.gov.br/so-bre/estatisticas/estatisticas>>. Acesso em: 01 de setembro de 2017.

IPARDS 2017. **PIB per Capita Municipal**. Disponível em: <[http://www.ipardes.gov.br/pdf/indices/pib\\_municipal.pdf](http://www.ipardes.gov.br/pdf/indices/pib_municipal.pdf)>. Acesso em: 02 de Setembro de 2017

IPEADATA 2017. **Produto Interno Bruto (PIB) Nominal**. Disponível em <[www.ipeadata.gov.br](http://www.ipeadata.gov.br)>. Acesso em: 03 de setembro de 2017

JOHNSON, Björn; LUNDVALL, Bengt-Ake. **Promovendo Sistemas de Inovação como Resposta à Economia do Aprendizado Crescentemente Globalizada**. Lastres, HMM; CASSIOLATO, JE ARROIO, A.(ORGS.), 2005.

LUNDVALL, Bengt-Åke; ANDERSEN, Esben Sloth. **Small National Systems of Innovation Facing Technological Revolutions: An Analytical Framework**. In: Small countries facing the technological revolution, 1988.

JACOBS, J. **The Economy of Cities**. Nova York: Random House, 1969.

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.

HUBER, P. J. **The Behavior of Maximum Likelihood Estimates Under Nonstandard Conditions**. In: Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 15, 1967, Berkeley Proceedings: University of California, v.1, p. 221-33, 1967.

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 de agosto de 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.

MONTOYA, Marco Antonio. **O Futuro Econômico-Social de Passo Fundo: Uma Preocupação do Presente**. Revista Teoria e Evidência Econômica, v. 1, n. 01, 1993.

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

NORTH, DOUGLAS C. **Structure and Change in Economic History**. New York: W. W. Norton, 1981.

OLIVEIRA, P. M; GONÇALVES, E.; ALMEIDA, E.. **Existe Convergência de Patenteamento no Brasil?**. Revista Brasileira de Inovação, Campinas (SP), 15 (2), p. 335-364, julho/dezembro 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 de setembro de 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 de outubro de 2017.

RODRIGUEZ, R. S. GONÇALVES, E.. **Hierarquia e Concentração na Distribuição Regional Brasileira de Invenções por Tipos de Tecnologias.** Revista Brasileira de Inovação, Campinas (SP), 16 (2), p. 225-266, julho/dezembro 2017.

ROMER, PAUL. **Two Strategies for Economic Development: Using Ideas and Producing Ideas.** In Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics. Washington, D.C.: World Bank, 1993.

RUIZ, Ricardo Machado; DOMINGUES, Edson Paulo. **Aglomerações Econômicas no Sul-Sudeste e no Nordeste Brasileiro: Estruturas, Escalas e Diferenciais.** Estudos Econômicos (São Paulo), v. 38, n. 4, p. 701-746, 2008.

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 de outubro de 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 de agosto de 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.