

Dinâmica territorial da inovação no Estado de São Paulo: uma análise a partir dos dados regionalizados da PINTEC *

Suelene Mascarini **

Renato Garcia ***

José Eduardo Roselino ****

Resumo

Este trabalho examina a geografia da inovação no estado de São Paulo. Seu objetivo é investigar se fatores territoriais, tais como gastos em P&D, transbordamentos de conhecimentos e aglomeração urbana, afetam a inovação no nível regional. Para isso, foram utilizados dados regionalizados da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC/IBGE) sobre a inovação no nível das microrregiões do estado de São Paulo e adotado um modelo baseado na função de produção do conhecimento aplicado às regiões. Os resultados mostram que os esforços inovativos locais e os transbordamentos de conhecimentos são fatores territoriais que afetam a inovação nas regiões. Além disso, regiões de maior densidade urbana e com estrutura produtiva local mais diversificada apresentam maior crescimento da taxa de inovação. O trabalho apresenta novas evidências empíricas sobre o papel dos fatores locacionais no fomento à inovação no Brasil, por meio da utilização de medidas diretas de insumos inovativos, como gastos em P&D e de resultados da inovação medida pelas empresas inovativas.

Palavras-chave: Geografia da inovação, Transbordamento de conhecimentos, Estrutura produtiva local, Função de produção do conhecimento.

Abstract

The territorial dynamics of innovation in the state of São Paulo: an analysis based on regionalised data from PINTEC

This paper examines the geography of innovation in the state of São Paulo. Its objective is to investigate how territorial factors affect innovation at the regional level. For this, data extracted from PINTEC on innovation at the micro-region level in the state of São Paulo was used and a model based on the knowledge production function applied to the regions was adopted. The results show that local innovative efforts and knowledge spillovers affect innovation in the regions. In addition, a more agglomerated and diversified local production structure results in a faster rate of innovation. These results contribute to the debate by presenting new empirical evidence on the role of locational factors in fostering innovation in Brazil through the use of direct measures of innovative inputs and innovation results.

Keywords: Geography of innovation, Knowledge spillovers, Local productive structure, Knowledge production function.

JEL O31, O18, R12.

* Artigo recebido em 14 de janeiro de 2019 e aprovado em 12 de maio de 2019.

** Pesquisadora do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Universidade Estadual Campinas (DPCT. IG. Unicamp), Campinas, SP, Brasil. E-mail: smascarini@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9926-7877>.

*** Professor do Instituto de Economia da Universidade Estadual Campinas (IE. Unicamp), Campinas, SP, Brasil. E-mail: renatogarcia@eco.unicamp.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9739-1658>.

**** Professor do Departamento de Geografia, Turismo e Humanidades da Universidade Federal de São Carlos (DGTH. UFScar), Sorocaba, SP, Brasil. E-mail: jeroselino@ufscar.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8066-8024>.

Introdução

A distribuição espacial da inovação no Brasil mostra uma forte concentração regional, a exemplo de diversos outros países. Esta concentração é frequentemente atribuída aos diferenciais na quantidade e na qualidade dos insumos inovativos, como os investimentos em P&D e o capital humano. Além disso, as características das regiões também se configuram como fatores territoriais importantes que afetam a inovação (Audretsch; Feldman, 1996; Crescenzi; Jaax, 2015; Jaffe, 1986). Trabalhos prévios incluem estudos quantitativos que propõem modelos e indicadores de inovação em países desenvolvidos. Entretanto, ainda se nota a ausência de evidências empíricas mais consistentes em países em desenvolvimento e, sobretudo, para o Brasil, mesmo que seja possível encontrar alguns estudos sobre países em desenvolvimento como Índia e China (Crescenzi; Rodríguez-Pose; Storper, 2012), Rússia (Crescenzi; Jaax, 2015) e México (Rodríguez-Pose; Villarreal Peralta, 2015).

No Brasil, os estudos sobre a geografia da inovação têm se pautado pela compreensão de como as atividades inovativas estão distribuídas nas regiões e sua heterogeneidade (Gonçalves, 2007). Além disso, outro conjunto de autores se preocupou em identificar quais fatores locacionais podem afetar os resultados da inovação regional (Araujo, 2014; Gonçalves; Almeida, 2009; Gonçalves; Fajardo, 2011). No entanto, em geral, esses estudos utilizam medidas indiretas, tais como patentes, medindo resultados da inovação e empregos em atividades relacionadas à ciência e tecnologia como medida de P&D regional no Brasil.

É essa lacuna que o presente trabalho procura preencher, ao utilizar a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC/IBGE) esse trabalho faz uso de medidas diretas da atividade inovativa no Brasil, tais como número de empresas que inovaram e os gastos em P&D nas microrregiões. Desta forma, o objetivo deste trabalho é investigar como os fatores territoriais afetam a inovação nas microrregiões paulistas, medida pela taxa de inovação (participação das empresas inovativas na microrregião). O trabalho apresenta novas evidências empíricas sobre como os fatores locais, como a aglomeração urbana, os transbordamentos de conhecimentos e a estrutura produtiva local, afetam a distribuição espacial da inovação no nível regional. Para isso, foram utilizados dados sobre inovação no nível das microrregiões do estado de São Paulo, extraídos da PINTEC.

Este artigo está organizado em 5 seções, além desta introdução. A primeira seção apresenta o debate conceitual sobre a geografia da inovação. A segunda seção descreve brevemente a distribuição da atividade de inovação nas microrregiões de São Paulo. Na seção três, expõem-se o modelo empírico utilizado e as variáveis mensuradas. Na quarta seção, são discutidos os resultados do modelo que demonstram a dinâmica territorial da inovação paulista. Finalmente, a seção cinco contém a conclusão.

1 Fatores locais da inovação

A percepção de que fatores relacionados à localização podem desempenhar um papel importante na promoção e estímulo à inovação levou a uma crescente atenção na literatura acerca da relação entre a inovação e o território. Desde o estudo pioneiro de Jaffe (1986), vários autores encontraram relações positivas entre os transbordamentos de conhecimento e a inovação das empresas no nível local. As evidências empíricas apresentadas nesses estudos permitiram identificar o papel dos transbordamentos locais de conhecimento e destacar sua importância para promover a inovação (Audretsch; Feldman, 1996; Jaffe, 1986; Jaffe et al., 1993). Boa parte desses estudos utilizou a função de produção de conhecimento, que permite correlacionar insumos inovativos e os resultados da inovação (Crescenzi; Jaax, 2016; Crescenzi; Rodríguez-Pose; Storper, 2007; Jaffe, 1989).

A principal premissa desses estudos é que, em adição aos insumos inovativos usuais, como os gastos em P&D, os fatores do território também podem desempenhar um papel importante no fomento à inovação no nível local. Esses fatores, tais como a aglomeração urbana, os transbordamentos de conhecimentos e a especialização ou diversificação da estrutura produtiva local, atuam na conformação de padrões da atividade inovativa que, por sua vez, são geradores de diferenciais inovativos. Esses estudos demonstraram que as diferenças regionais de inovação estão atreladas à disposição de seus principais insumos, como os gastos em P&D e o nível do capital humano. Em geral, as empresas localizadas geograficamente mais próximas dos centros geradores de conhecimento podem ter vantagens competitivas significativas para a inovação, porque se beneficiam das externalidades de conhecimento locais e das possibilidades mais amplas de aprendizado interativo (Charlot; Crescenzi; Musolesi, 2015; Garcia, 2017; Garcia; Araujo; Mascarini, 2013; Gertler, 2003; Jaffe, 1986; Laursen; Reichstein; Salter, 2011; Storper; Venables, 2004).

A aglomeração pode ocorrer em locais com estrutura produtiva tanto diversificada como especializada. Por um lado, Marshall (1920) é a principal referência teórica ao afirmar que são locais aglomerados com estrutura produtiva mais especializada – em que opera, principalmente, uma indústria específica – que geram externalidades, comumente chamadas de externalidades Marshallianas¹. De outro lado, Jacobs (1969) destaca o papel das vantagens da diversificação produtiva das aglomerações. Segundo a visão de Jacobs, a proximidade de diversas e distintas indústrias promove a imitação e fomenta o compartilhamento e a recombinação de ideias e práticas complementares entre os agentes. Assim, as externalidades seriam provenientes de uma estrutura regional industrial diversificada, assim chamadas de externalidades de diversificação. Ou seja, alguns autores ressaltam que aglomerações especializadas são potencialmente mais adequadas ao processo

(1) São também tratadas pelo acrônimo MAR (Marshall-Arrow-Romer) devido ao trabalho desenvolvido pelos autores que trataram da importância dos transbordamentos entre empresas de um mesmo setor.

de criação e difusão do conhecimento, enquanto outros autores apontam que aglomerações diversificadas funcionam melhor como facilitadoras desse processo.

Estudos empíricos fornecem evidências que apoiam ambas as abordagens. Os efeitos positivos das aglomerações especializadas foram mostrados por Henderson (1999) para os Estados Unidos, Van Der Panne (2004) para a Holanda, Cabrer-Borrás e Serrano-Domingo (2007) para a Espanha e Crescenzi et al. (2012) para a China. Portanto, estes estudos destacam a especialização e não a diversificação industrial como mais importante para fomentar a inovação regional nesses países (Cabrer-Borrás; Serrano-Domingo, 2007; Charlot; Crescenzi; Musolesi, 2012; Van Der Panne, 2004).

Em oposição, os efeitos positivos da diversificação foram observados por Audretsch e Feldman (1999) e Carlino et al. (2001) para regiões americanas, Co (2002) e Fritsch e Slavtchev (2010) para regiões alemãs, e Araújo (2014) para regiões brasileiras. Estes autores apontam que a fonte mais importante de transbordamentos de conhecimento é externa, e não interna, à indústria em que a empresa opera. Além disso, a aglomeração especializada pode ser prejudicial à inovação, uma vez que pode impedir seu surgimento e sua evolução em outros domínios do conhecimento, eventualmente levando ao surgimento de *lock-in* (Araujo, 2014; Carlino; Chatterjee; Hunt, 2001; Co, 2002; Feldman, 1999; Fritsch; Slavtchev, 2010).

Evidências conjuntas para ambos tipos de estrutura produtiva também são encontradas nos estudos empíricos de Shefer e Frenkel (1998), Greunz (2004) e Paci e Usai (2000). Paci e Usai (2000) apontam que a inovação regional na Itália, medida por patentes, é afetada positivamente pelas externalidades tanto de especialização como de diversificação. No entanto, esse efeito se diferencia de acordo com os setores. Nas indústrias de alta tecnologia e em ambientes metropolitanos, as externalidades Jacobianas apresentam maior intensidade do que as externalidades Marshallianas (Greunz, 2004; Paci; Usai, 2000; Shefer; Frenkel, 1998).

Recentemente, há uma crescente preocupação com a geografia da inovação nos países em desenvolvimento (Crescenzi; Jaax, 2015; Crescenzi; Rodríguez-Pose; Storper, 2012; Rodríguez-Pose; Villarreal Peralta, 2015). Em muitos países, evidências empíricas mostram que as economias de aglomeração desempenham um papel muito importante na promoção da inovação. Na China, a concentração espacial da inovação está relacionada às forças de aglomeração, impulsionadas pela população urbana e pela dotação de infraestrutura. As evidências mostram também que um maior desempenho inovador nas regiões chinesas decorre de um maior grau de especialização industrial das regiões. Na Índia, a inovação local está relacionada às condições socioeconômicas adequadas, aos investimentos em ciência e tecnologia, e aos transbordamentos de conhecimentos locais entre as regiões próximas (Crescenzi; Rodríguez-Pose; Storper, 2012). Já na Rússia, os principais motores da inovação regional são o P&D regional e as fontes externas de conhecimento, como os fluxos inter-regionais de conhecimento mediado espacialmente, que também constituem insumos relevantes para a inovação (Crescenzi; Jaax, 2015). Por

fim, no México, o investimento direto em P&D local e o capital humano local são fatores do crescimento econômico regional (Rodríguez-Pose; Villarreal Peralta, 2015).

No Brasil, esforços têm sido realizados na tentativa de compreender a dinâmica da inovação brasileira, e suas relações com a geografia da atividade inovativa. O estudo de Albuquerque et al. (2002) foi o pioneiro a tratar da distribuição de patentes no Brasil. Nesse estudo, os autores procuraram avaliar a distribuição e a localização das atividades científicas e tecnológicas. Os resultados apontam que a distribuição regional das patentes esteve concentrada em poucas regiões do Brasil entre 1990 e 2000, uma vez que apenas 16% dos municípios brasileiros detinham alguma patente, e apenas os 10 municípios que continham mais patentes apresentavam, em conjunto, mais de 50% do total das patentes (Albuquerque et al., 2002). Complementarmente, Simões et al. (2005), ao propor uma metodologia para regionalizar os dados agregados para estudar a geografia da inovação no Brasil, chegaram a resultados semelhantes, apontando que a distribuição da inovação, tanto setorial como regional, é altamente concentrada, localizando-se em regiões com infraestrutura adequada ao desenvolvimento mais intenso da atividade inovativa. Essa concentração pode estar relacionada à presença de economias de aglomerações presentes nesses estados (Simões et al., 2005). Adicionalmente, Suzigan et al. (2006) estudaram a inovação nas microrregiões paulistas e demonstraram a existência de uma concentração espacial em determinadas regiões com estruturas produtivas e universidades representativas.

Gonçalves (2007), ao analisar o padrão da atividade inovadora nas microrregiões brasileiras, aponta que não existe aleatoriedade na distribuição de patentes *per capita* no Brasil, mas um regime de polarização Norte-Sul. As macrorregiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste são marcadas pela homogeneidade em termos de baixa atividade tecnológica, enquanto as regiões Sul e Sudeste são as que apresentam mais atividade inovativa. Para tal, o autor utiliza a dependência e a heterogeneidade espaciais da inovação no Brasil, por meio do cálculo das estatísticas I de Moran e do Moran Local, com dados de patentes *per capita* em 1999-2001 (base do INPI).

Pode-se perceber que esses estudos (Albuquerque et al., 2002; Gonçalves, 2007; Simões et al., 2005; Suzigan et al., 2006) buscavam compreender como as atividades inovativas estão distribuídas nas regiões e sua heterogeneidade. Esses estudos impulsionaram um outro grupo de trabalhos, como os de Montenegro e Betarelli Júnior (2009), Montenegro et al. (2011), Gonçalves e Fajardo (2011) e Araújo (2014), que procuraram avaliar quais fatores influenciam a distribuição espacial das atividades inovativas no Brasil. Ou seja, quais são os determinantes da atividade inovativa nas regiões brasileiras (Araújo, 2014; Gonçalves; Fajardo, 2011; Montenegro; Betarelli Junior, 2009; Montenegro; Gonçalves; Almeida, 2011).

Montenegro e Betarelli Júnior (2009) apontam que regiões paulistas dotadas de melhor estrutura de pesquisa universitária e maior nível de aglomeração das firmas tendem a ser mais inovativas. Além disso, existe uma dependência espacial das atividades inovativas. A inovação local está diretamente ligada às inovações dos municípios vizinhos,

o que demonstra a importância dos transbordamentos de conhecimento para a inovação. Para Montenegro et al. (2011), a presença de sistemas locais de produção, tanto especializados como diversificados, é importante para o fomento à inovação.

Além disso, o nível de qualificação da mão de obra empregada na indústria é fundamental para capacitar as empresas a transformar sua pesquisa e desenvolvimento em inovação. Gonçalves e Fajardo (2011) afirmam que a aglomeração, a capacidade de pesquisa universitária e P&D industrial são fatores que tendem a afetar positivamente as inovações nas mesorregiões brasileiras. Além disso, ressaltam a proximidade a mesorregiões de melhor desempenho inovativo como um fator importante que pode elevar as inovações locais.

Complementarmente, Araújo (2014) mostra que a inovação nas regiões brasileiras depende de um conjunto de fatores, como o nível local de P&D industrial e de pesquisa universitária, a aglomeração urbana e a estrutura produtiva local. Além disso, a inovação nas microrregiões brasileiras está diretamente relacionada à proximidade geográfica, de modo que microrregiões mais inovadoras tendem a estar próximas de regiões também mais inovadoras. Ou seja, a proximidade a regiões especialmente inovadoras pode explicar porque algumas regiões inovam mais do que outras.

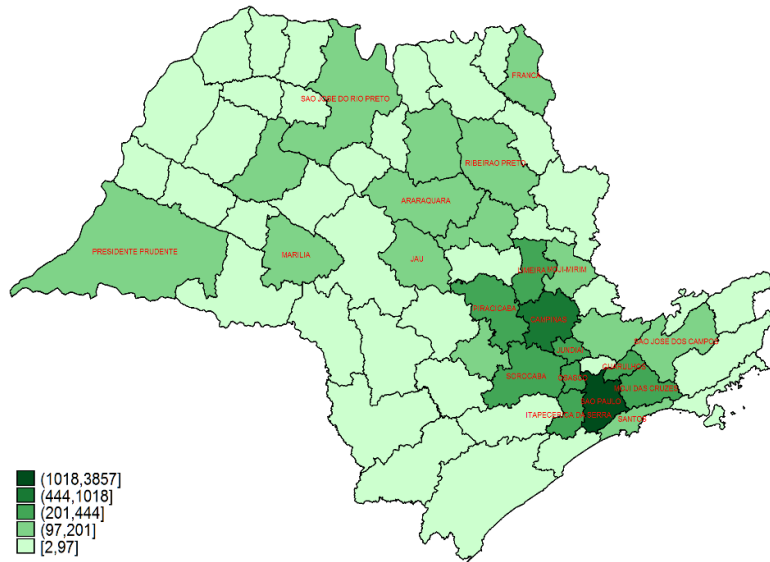
Todos os estudos citados contribuem decisivamente para a compreensão da inovação no Brasil. No entanto, devido à ausência de dados regionalizados que permitam avaliar como cada um dos fatores afeta a inovação no nível regional, pode ser identificada uma lacuna importante na literatura. Este é o principal diferencial deste trabalho, ao utilizar medidas diretas de inovação nas microrregiões paulistas e, assim, compreender os fatores locais que geram diferenciais inovativos entre as microrregiões de São Paulo.

2 Inovação nas microrregiões de São Paulo

A distribuição espacial da atividade inovativa no Brasil, assim como em diversos países, é bastante heterogênea. O estado de São Paulo se destaca frente a outros estados. O número de empresas que implementaram inovações de produto e/ou processo no Brasil foi de 30.377 no período 2003 a 2005 dentre as quais 10.734 eram empresas localizadas no estado de São Paulo (dados da PINTEC, 2005). Essa elevada concentração também aparece dentro do estado de São Paulo. Entre as 63 microrregiões que compõem o estado, apenas 24 apresentaram participação superior a 1% no total de empresas inovadoras no estado no mesmo período. Essas microrregiões somadas totalizavam 88% das empresas inovativas do estado de São Paulo (Figura 1). A microrregião de São Paulo era a mais importante, com participação de 35,9% (3.857 empresas inovativas), seguida por Campinas, com 9,5% (1.018 empresas inovativas) (PINTEC, 2005).

A concentração dos gastos em P&D é ainda maior do que das empresas que inovam. Em 2000, mais de 50% do total dos gastos de P&D do estado de São Paulo era representado pela microrregião de São Paulo, seguida por Campinas, com 12,6%, São José dos Campos, com 12,5% e Guarulhos, com 8,5% (PINTEC, 2000). Estas quatro microrregiões totalizavam quase 85% do total desses gastos do estado (Figura 2).

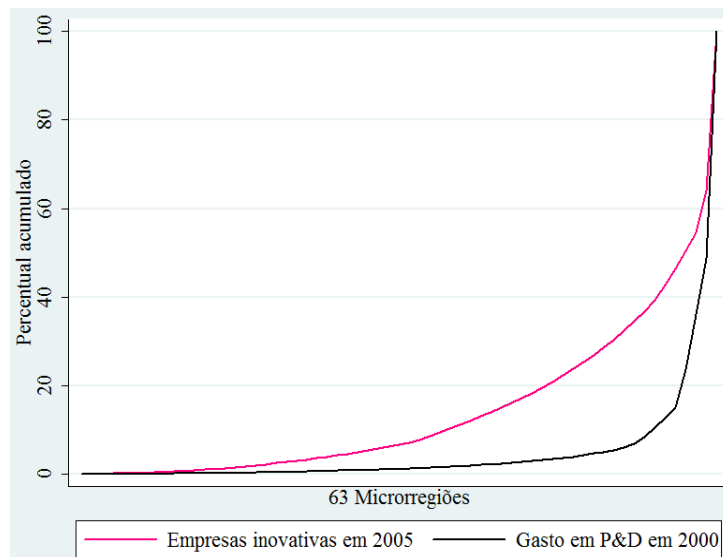
Figura 1
Empresas inovativas entre 2003 e 2005



Microrregiões de São Paulo
Fonte: Elaboração dos autores, dados regionalizados da PINTEC (2005).

A distribuição acumulada do total das empresas que implementaram inovações entre 2003 e 2005 e dos gastos em P&D em 2000 nas 63 microrregiões de São Paulo mostra a elevada concentração espacial (Figura 2).

Figura 2
Distribuição do total de empresas inovativas e P&D entre as microrregiões de São Paulo



Fonte: Elaboração dos autores, dados regionalizados da PINTEC (2005, 2000).

Assim, no geral, pode-se afirmar que parte da distribuição das empresas inovativas é um reflexo da concentração regional da atividade inovativa existente no estado. No entanto, dada a menor concentração das empresas inovativas do que dos insumos, como o

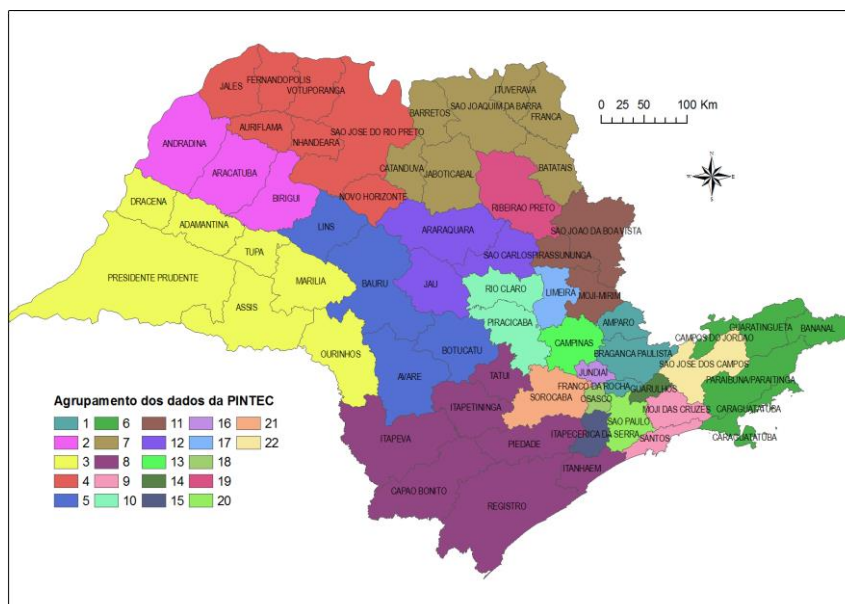
P&D, supõe-se que outros fatores impactam na inovação local. É neste sentido que este trabalho procede, ao avaliar quais fatores regionais impactam na inovação local paulista.

3 Base de dados e especificação econométrica

A base de dados utilizada neste estudo foi construída a partir de dados secundários reunidos de diferentes fontes (INPI, PINTEC, RAIS e IBGE). O estudo é limitado ao estado de São Paulo no nível de suas microrregiões. Tal recorte ocorre por dois motivos. Primeiro, no estado de São Paulo localiza-se a maior parte dos ativos e esforços tecnológicos do Brasil. Segundo, apenas para o estado de São Paulo é possível obter dados da PINTEC regionalmente desagregados, o que possibilita realizar uma análise no nível de suas microrregiões. Assim como a unidade de análise, a escolha temporal também está limitada à disponibilidade de dados da PINTEC. Por este motivo, a análise circunscreve-se às 63 microrregiões paulistas com resultados inovativos entre 2003 e 2005 provenientes de esforços inovativos ocorridos no ano de 2000.

Deve-se apontar ainda que, devido à obrigação do sigilo e da confiabilidade das informações coletadas pelo IBGE (PINTEC), a disponibilização dos dados no âmbito microrregional foi limitada ao número de observações possíveis em cada microrregião. Assim, devido ao baixo número de empresas encontradas em algumas microrregiões, os dados da PINTEC foram disponibilizados apenas para 10 dentre as 63 microrregiões do estado de São Paulo. Para ampliar a liberação dos dados e cobrir todo o estado, as microrregiões que não apresentavam empresas suficientes para que os dados fossem liberados isoladamente foram agrupadas por proximidade geográfica (principalmente vizinhos). Desse modo, além das 10 microrregiões, cujos dados foram liberados isoladamente, foram obtidos dados de mais 12 agrupamentos de microrregiões. A proximidade e a melhor visualização dos agrupamentos (grupos) dos dados disponíveis da PINTEC estão representadas na Figura 3.

Figura 3
Divisão regional inicial dos dados da PINTEC



Fonte: Elaboração dos autores.

Como a análise deste trabalho é realizada para as microrregiões, adotou-se um procedimento de ponderação para obter os dados da PINTEC nesse nível de desagregação. Essa ponderação foi realizada a partir da razão entre o número de empregados na indústria de transformação da microrregião e o número de empregados na indústria de transformação do grupo em que a microrregião faz parte, utilizando dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS-MTE). Assim, os dados de cada microrregião são compostos pelo valor da ponderação multiplicado pelo dado do grupo no ano T ou $T-t$.

Portanto, este trabalho estima uma *cross-section*² para as 63 microrregiões de São Paulo com diferença temporal entre os insumos e resultados da inovação. Essa defasagem se faz necessária uma vez que se considera que os esforços em inovação não possuem efeito imediato sobre a geração de inovação.

A partir desse pressuposto, esta proposta assume uma forma muito semelhante ao modelo apresentado por Jaffe (1989) estendido por Crescenzi *et al.* (2007), que pode ser representada pela seguinte forma:

$$\ln\left(\frac{TI_{i,T}}{TI_{i,T-t}}\right) = \alpha + \beta_1 \ln PD_{i,T-t} + \beta_2 \ln WPD_{i,T-t} + \beta_3 \ln Aglom_{i,T-t} + \beta_4 \ln Kindex_{i,T-t} + \beta_5 \ln Int_{i,T-t} + \beta_6 \ln FS_{i,T-t} + \beta_7 \ln TI_{i,T-t} + \beta_8 \ln DistC_{i,T-t} + \varepsilon \quad [1]$$

Em que $\frac{TI_{i,T}}{TI_{i,T-t}}$ é a taxa da taxa de inovação existente na microrregião i em dois extremos de período de análise $T=2005$ e $T-t=2000$ ³. Deve-se apontar que a utilização de uma medida direta de inovação (número de empresas inovativas) é um dos principais diferenciais deste trabalho em relação a outros que utilizaram *proxies* de resultados inovativos, como patentes, para mensurar a inovação.

No que se refere às variáveis explicativas, a primeira variável representada na equação [1] é a capacidade de P&D da microrregião – $PD_{i,T-t}$, medida pelos gastos em P&D das empresas inovativas dividido pelo número de empresas na microrregião em 2000. Segundo Cohen e Levinthal (1990), os esforços tecnológicos das empresas capacitam-nas para absorver e gerar novos conhecimentos e, assim, realizar inovações. Por isso, essa variável representa um dos insumos mais importantes da inovação e deve ser mensurada em um tempo anterior, uma vez que os esforços inovativos realizados em uma região não se traduzem em inovações imediatamente. Ressalta-se que, diferentemente dos trabalhos já desenvolvidos no Brasil, que utilizaram *proxies* para mensurar os esforços em P&D, este trabalho emprega uma medida direta de P&D.

Os esforços em P&D das empresas, além de elevar suas capacidades de gerar novos conhecimentos podem dar competências às empresas para internalizar conhecimentos de outras fontes, como das atividades de P&D realizadas nas universidades ou em outras empresas. Deste modo, se as empresas tiverem esta capacidade, os transbordamentos de conhecimento podem representar um importante insumo da atividade inovativa das regiões.

(2) *Cross-section* ou dados de corte transversal são dados utilizados em um ponto do tempo.

(3) Por *taxa de inovação* entende-se o número de empresas que introduziram inovações de produto e/ou processo dividido pelo total de empresas. Além disso, o período é equivalente ao triênio, assim 2005 corresponde ao período 2003 a 2005 e 2000 corresponde 1998 a 2000.

Esta é a segunda variável, representada na equação [1] por $WPD_{i,T-t}$, calculada pelos gastos em P&D das regiões vizinhas em 2000, considerando a matriz de pesos do inverso da distância calculada entre os centroides de cada microrregião.

A terceira variável explicativa da equação [1], representada por $Agglom_{i,T-t}$, é o grau de aglomeração da economia local em 2000, medido pela densidade populacional urbana, segundo dados do IBGE organizados pela EMBRAPA⁴. Essa variável tem grande importância com destaque dado pela literatura aos benefícios gerados pela aglomeração regional, fator capaz de gerar diferenciais inovativos na região.

A quarta variável da equação [1], $Kindex_{i,T-t}$, representa a estrutura produtiva local de cada microrregião, especializada ou diversificada, em 2000. Ainda que uma microrregião possa ser semelhante a outra em termos de aglomeração absoluta, sua composição setorial pode ser distinta, revelando uma estrutura produtiva mais especializada ou mais diversificada. A inserção dessa variável procura avaliar a eventual diferença dos efeitos sobre a capacidade de inovar em regiões especializadas ou diversificadas. Para mensurar a especialização ou a diversificação da microrregião, utilizou-se o índice de Krugman, calculado através dos dados do emprego na indústria transformadora nas microrregiões, com base na RAIS-MTE. O índice de Krugman é calculado como se segue:

$$Kindex_{i,T-t} = \sum_k abs(v_{i,T-t}^k - v_{i,T-t}^{-k}) \quad com \quad v_{i,T-t}^k = \frac{x_{i,T-t}^k}{\sum_k x_{i,T-t}^k} \quad e \quad v_{i,T-t}^{-k} = \frac{\sum_{j \neq i} x_{j,T-t}^k}{\sum_k \sum_{j \neq i} x_{j,T-t}^k}$$

Em que $v_{i,T-t}^k$ é a parte de um mesmo setor k na microrregião i sobre todas as empresas nessa microrregião e $v_{i,T-t}^{-k}$ é a parte de um mesmo setor k das empresas de outras microrregiões j diferentes de i . Em resumo, este indicador compara a participação de empregados em cada setor em uma localidade com a média geral nas outras localidades. Microrregiões mais diversificadas apresentam indicadores mais próximos de zero e microrregiões mais especializadas apresentam indicadores mais próximos de 2.

A densidade das interações entre universidades e empresas da microrregião em 2000, representada por $Int_{i,T-t}$, é a quinta variável da equação [1]. Este indicador é medido pela razão entre o número de interações das empresas localizadas na microrregião com grupos de pesquisa de universidades e o número total dessas empresas (dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa (DGP) da Plataforma Lattes do CNPq). Esta variável procura captar a importância das interações das empresas com universidades, uma vez que a base para a inovação está no aumento da interação e no fluxo de conhecimento entre os agentes envolvidos, potencializados pela proximidade física (Gertler, 2007). Esta variável pode ser de extrema importância para a geração e compreensão da inovação no Brasil, onde são reduzidos os investimentos em P&D das empresas.

Por último, $FS_{i,T-t}$ é o filtro social em 2000, sendo a variável que mensura as características da população da microrregião i , que moldam o comportamento dos agentes e sua capacidade de obter e absorver conhecimento, com efeitos positivos sobre a inovação nas regiões. O filtro social foi calculado por meio da análise de componentes principais,

(4) Dados obtidos através: www.sgte.embrapa.br/produtos/dados/COT04_Areas_Urbanas_Brasil.zip.

que permite combinar os três aspectos identificados como muito importantes por Crescenzi et al. (2007):

1. A capacidade educacional da população, ou ainda, a qualificação da mão de obra na microrregião, medida pela porcentagem do número pessoas com ensino superior – *Sup* – a partir dos dados do INEP. Esta medida procura mensurar a acumulação de competências no nível regional;
2. A estrutura dos recursos produtivos em ciência e tecnologia – *Tec* – mensurada pela razão entre o número de empregados nas ocupações tecnológicas⁵ e o número total de empregados na microrregião, a partir dos dados RAIS-MTE;
3. A estrutura demográfica da microrregião medida pelo número de pessoas com idade entre 15 e 24 anos per capita na microrregião, a partir de dados IBGE – *Idade*. Esse aspecto procura identificar tendências da dinâmica demográfica da região, sob a hipótese de que os jovens contribuem para a renovação da sociedade local, influenciando, assim, a inovação;

A análise dos componentes principais mostra que o primeiro componente principal detém 45% da variância total das informações antes dissolvidas em três dimensões (*Sup*, *Tec* e *Idade*) e que o segundo representa 36,3% (Tabela A do Anexo). Assim, a inclusão desses dois componentes totaliza 81,3% da variância total das informações. Ressalta-se que o primeiro componente, que será chamado por *FS1*, coloca o mesmo sinal para as três dimensões, maior peso para *Tec* e pesos menores e semelhantes para as dimensões *Sup* e *Idade*. Já o segundo componente, chamado por *FS2*, é a combinação das variáveis *Sup* e *Idade* com pesos de magnitudes semelhantes e contrários.

Além das variáveis explicativas já apresentadas, dois controles foram adicionados à análise. A primeira variável é a defasagem temporal da taxa de inovação, apresentada por $TI_{i,t-t}$. Essa variável permite controlar a capacidade tecnológica inicial de cada microrregião, visto que essa capacidade pode refletir na capacidade inovativa das microrregiões no futuro. A segunda variável é a distância rodoviária entre uma microrregião e a capital do estado – $DistC_{i,t-t}$. Essa variável tenta controlar as diferenças regionais, dada a proximidade da microrregião São Paulo, onde se concentra parte expressiva dos ativos de todo o estado. Os resultados desta análise são apresentados na próxima seção.

4 Resultados

Os resultados do modelo são apresentados em 16 estimações (Tabela 1). As variáveis de dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento (*lnPD*), transbordamentos de conhecimentos locais (*lnWPD*) e os controles taxa de inovação inicial (*lnTI*) e distância da capital (*lnDist*) estão presentes em todas as estimações. Outros fatores locais, como a aglomeração (*lnAgglom*), a estrutura produtiva local (*Kindex*), as interações entre universidades e empresas (*lnInt*) e o Filtro Social (*FS1* e *FS2*), foram inseridos individualmente e sucessivamente até o modelo completo (regressão 16).

(5) Foram selecionados a partir da classificação brasileira de ocupações (CBO 94) no nível do grupo relacionado apenas às ocupações tecnológicas, como físicos, químicos, engenheiros e outros. A descrição dos grupos selecionados está no Quadro 1A do Anexo.

Tabela 1
Taxa de crescimento da taxa de inovação no período 2000 a 2003 nas microrregiões do estado de São Paulo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <i>lnPD</i> | 0.361*** (0.102) | 0.350*** (0.0980) | 0.340*** (0.102) | 0.304*** (0.105) | 0.352*** (0.102) | 0.317*** (0.094) | 0.298*** -0.099 | 0.281*** (0.102) | 0.343*** (0.099) | 0.336*** (0.102) | 0.280** (0.107) | 0.265*** (0.093) | 0.317*** (0.095) | 0.280*** (0.104) | 0.264** (0.106) | 0.255** (0.099) |
| <i>lnWPD</i> | 0.360** (0.161) | 0.395** (0.170) | 0.324** (0.160) | 0.385** (0.154) | 0.458** (0.178) | 0.348** (0.165) | 0.416** (0.159) | 0.348** (0.154) | 0.489*** (0.170) | 0.403** (0.186) | 0.495*** (0.173) | 0.369** (0.156) | 0.408** (0.167) | 0.520*** (0.164) | 0.439** (0.181) | 0.440*** (0.164) |
| <i>lnAglom</i> | | 0.696*** (0.214) | | | | 0.799*** (0.218) | 0.663*** (0.201) | | 0.696*** (0.220) | | | 0.766*** (0.203) | 0.795*** (0.223) | 0.654*** (0.210) | | 0.752*** (0.210) |
| <i>kindex</i> | | | -0.371 (0.256) | | | -0.537** (0.227) | | -0.380 (0.247) | | -0.330 (0.273) | | -0.539** (0.235) | -0.506** (0.246) | | -0.333 (0.262) | -0.499* (0.255) |
| <i>lnInt</i> | | | | 0.481** (0.212) | | | 0.440** (0.216) | 0.487** (0.201) | | | 0.515** (0.218) | 0.442** (0.200) | | 0.462* (0.233) | 0.517** (0.213) | 0.457** (0.225) |
| <i>FS1</i> | | | | | 0.010 (0.083) | | | | -0.001 (0.087) | 0.003 (0.079) | 0.050 (0.079) | | -0.013 (0.081) | 0.036 (0.084) | 0.044 (0.076) | 0.024 (0.078) |
| <i>FS2</i> | | | | | 0.071 (0.074) | | | | 0.071 (0.070) | 0.056 (0.077) | 0.067 (0.072) | | 0.047 (0.072) | 0.067 (0.068) | 0.051 (0.074) | 0.043 (0.069) |
| <i>lnTI</i> | -0.477*** (0.105) | -0.490*** (0.101) | -0.493*** (0.100) | -0.500*** (0.095) | -0.482*** (0.108) | -0.515*** (0.095) | -0.510*** (0.093) | -0.517*** (0.092) | -0.492*** (0.103) | -0.494*** (0.103) | -0.513*** (0.099) | -0.536*** (0.091) | -0.514*** (0.095) | -0.520*** (0.096) | -0.526*** (0.097) | -0.541*** (0.093) |
| <i>lnDist</i> | 0.201** (0.083) | 0.245*** (0.073) | 0.218** (0.089) | 0.189** (0.083) | 0.203** (0.086) | 0.277*** (0.075) | 0.232*** (0.072) | 0.207** (0.089) | 0.243*** (0.074) | 0.216** (0.089) | 0.204** (0.083) | 0.264*** (0.075) | 0.270*** (0.073) | 0.242*** (0.071) | 0.218** (0.087) | 0.269*** (0.072) |
| <i>Const</i> | -4.023*** (0.943) | -10.44*** (2.194) | -3.681*** (0.999) | -4.321*** (0.856) | -4.352*** (0.991) | -10.90*** (2.127) | -10.41*** (2.010) | -3.974*** (0.917) | -10.74*** (2.226) | -3.961*** (1.090) | -4.788*** (0.954) | -10.87*** (1.900) | -11.05*** (2.128) | -10.74*** (2.017) | -4.395*** (1.053) | -11.05*** (1.871) |
| Obs | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 |
| R2 | 0.365 | 0.454 | 0.388 | 0.417 | 0.379 | 0.501 | 0.497 | 0.441 | 0.467 | 0.396 | 0.433 | 0.544 | 0.507 | 0.511 | 0.451 | 0.550 |

Erro padrão robusto em parênteses

Estimador Robusto usando a opção *robust* do Stata.

Fonte: Elaboração dos autores.

O coeficiente da variável P&D, *lnPD*, é positivo e significativo em todas as estimativas. Este resultado era esperado e indica que, quanto maiores forem os esforços de P&D nas microrregiões, mais elevado tende a ser o crescimento da taxa de inovação em cada microrregião. Este resultado é de extrema importância visto que este trabalho é um dos poucos que consegue medir diretamente tanto a taxa de inovação regional como os gastos realizados em P&D. Assim, esse resultado converge com estudos prévios, realizados em países desenvolvidos e em desenvolvimento, que apontam maiores níveis regionais de inovação obtidos através do aumento da P&D regional (Crescenzi; Jaax, 2015; Crescenzi; Rodríguez-Pose; Storper, 2012; Jaffe, 1989; Moreno; Paci; Usai, 2005; Sterlacchini; Venturini, 2014). Todavia, os estudos prévios que chegaram a esse resultado utilizaram *proxies*, como Araújo (2014) e Montenegro e Betarelli Junior (2009), para medir inovação e P&D. Neste trabalho, a inovação é mensurada por uma medida direta, a taxa de inovação regional, assim como os gastos das empresas em P&D, que reforça os resultados encontrados e a contribuição do trabalho ao debate.

Além disso, estes esforços inovativos tendem a ir além da microrregião de origem e são importantes para fomentar a taxa de inovação regional. Este fenômeno é evidenciado pelo coeficiente positivo e significativo da variável que mensura os transbordamentos de conhecimentos – *lnWPD*. Assim, pode-se afirmar que os transbordamentos de conhecimento oriundos de microrregiões vizinhas são um insumo que tende a fomentar a inovação local. Isto significa que uma microrregião localizada próxima de microrregiões marcadas por esforços inovadores mais volumosos tende a apresentar mais elevadas taxas de inovação do que outras microrregiões localizadas próximas de regiões com menores esforços inovativos. Assim, regiões com menores esforços inovativos podem apresentar mais alta taxa de inovação devido aos transbordamentos de conhecimentos advindos dos esforços inovativos realizados por seus vizinhos. Esse resultado é similar ao encontrado por Crescenzi et al. (2007) que apontam a inovação, nas regiões tanto dos Estados Unidos como da Europa, condicionada aos esforços de P&D local e à exposição aos transbordamentos de conhecimentos.

No que se refere à aglomeração, *lnAgglom*, pode-se dizer que o nível de aglomeração regional apresenta um efeito positivo e significativo sobre a taxa de inovação local. Assim, as externalidades de aglomeração são importantes fatores que impulsionam a inovação nas microrregiões. Este resultado é condizente ao obtido por diversos autores que mostram a importância da aglomeração, visto que a proximidade geográfica entre os agentes torna mais fácil a cooperação entre eles, o que aumenta a capacidade individual e regional para inovar. Esse resultado é uma das razões que permitem explicar a elevada concentração geográfica da inovação em diversos países, tanto desenvolvidos como em desenvolvimento (Audretsch; Feldman, 1996; Carlino; Chatterjee; Hunt, 2001; Fritsch; Slavtchev, 2010; Garcia; Araujo; Mascarini, 2013).

Em relação ao índice de Krugman, variável que mensura as características da estrutura produtiva local, *kindex*, o coeficiente é negativo e significativo sempre que a variável aglomeração está inserida. Assim, pode-se dizer que microrregiões industrialmente mais diversificadas, cujos índices se encontram mais próximos de zero, tendem a apresentar maior crescimento da taxa de inovação. Esse resultado também

converge com estudos anteriores e é similar ao encontrado por Crescenzi *et al.* (2007), que destacam os importantes benefícios das externalidades Jacobianas para o estímulo da inovação regional na Europa. Os mesmos resultados foram encontrados em outros países (Crescenzi; Rodríguez-Pose; Storper, 2012; Feldman; Audretsch, 1999; Fritsch; Slavtchev, 2011; Glaeser et al., 1992).

Já o coeficiente da densidade de interação entre universidade-empresa, *lnInt*, tem impacto positivo e significativo sobre o crescimento da taxa de inovação local paulista. Ou seja, níveis mais elevados de interação local das empresas com universidades tendem a elevar o crescimento da taxa de inovação regional. Esse resultado mostra a importância dos projetos de colaboração com universidades na promoção da inovação local. Assim, confirma estudos prévios que mostram que as empresas não inovam sozinhas, mas sim em contínua interação com outros agentes (Lundvall, 1992; Nelson, 1993). Portanto, a colaboração com outros agentes é uma boa forma de se promover as capacidades das firmas para se chegar à inovação, o que melhora o nível de inovação local. Neste sentido, os resultados sugerem a importância das universidades como fonte de inovação, indicando a pertinência da colaboração acadêmica como uma estratégia relevante para a promoção da inovação. Além disso, a proximidade geográfica é um fator que estimula as interações entre as universidades e as empresas. (D'Este; Iaemmarino, 2010; Fritsch; Slavtchev, 2007; Garcia et al., 2015; Nelson, 1993).

No que se refere aos componentes do filtro social, *FS1* e *FS2*, as estimações mostram que essas variáveis não apresentam significância em qualquer especificação. Já os controles, o nível inicial da taxa de inovação e a distância da capital, apresentam coeficientes significantes. O coeficiente do nível inicial da taxa de inovação é negativo, *lnTI*, o que significa que a inovação nas microrregiões paulistas está relacionada a inovações pré-existentes em cada uma delas, o que revela seu caráter dependente da trajetória (*path-dependent*). Ou seja, existe uma inércia temporal da inovação regional paulista. Este resultado é convergente ao encontrado por Crescenzi et al. (2007) e Crescenzi et al. (2012) que apontam que a inovação de uma região está ligada à inovação existente, visto que a entrada mais importante é o conhecimento que é cumulativo. Assim, como apontado por Nelson, Winter e Sidney (1982), eventos passados exibem influência no processo de aprendizagem e, portanto, a inovação gerada em um período anterior tem um efeito positivo sobre futuras inovações.

Já o coeficiente da distância da microrregião São Paulo, onde se localiza a capital do estado, é positivo – *lnDist*. Isto indica que as microrregiões mais distantes da microrregião de São Paulo tendem a apresentar maiores taxas de crescimento de inovação regional. Uma interpretação possível para isso é que o volume inicial elevado da inovação na microrregião de São Paulo frente às outras regiões torna mais perceptível as taxas de crescimento das microrregiões de volumes iniciais mais baixos. Outra explicação poderia ser que a microrregião de São Paulo absorve toda a atividade inovativa das regiões próximas, deixando-as deficientes.

Considerações finais e implicações políticas

Este trabalho apresenta novas evidências empíricas sobre como fatores territoriais afetam a taxa de inovação nas microrregiões no estado de São Paulo. Foram utilizadas medidas diretas de insumos inovativos e de resultados da inovação por meio dos dados regionalizados da PINTEC. O modelo adotado foi baseado na função de produção do conhecimento aplicado às 63 microrregiões do estado de São Paulo. Esse modelo permitiu correlacionar a taxa de crescimento da taxa de inovação nas microrregiões paulistas no período de 2003 a 2005 aos insumos inovativos locais mensurados no ano de 2000.

Os principais resultados encontrados mostram que, no nível regional, os gastos em P&D, os transbordamentos de conhecimento, a aglomeração, a diversificação da estrutura produtiva local e a cooperação entre empresas locais e universidades são fatores que impulsionam a inovação regional. Em grande parte, esses resultados confirmam, para o caso brasileiro, os resultados de estudos semelhantes realizados em países desenvolvidos (Araujo, 2014; Montenegro; Betarelli Junior, 2009; Montenegro; Gonçalves; Almeida, 2011). Porém, este trabalho utiliza medidas diretas de inovação, como os gastos em P&D e a taxa de inovação das microrregiões, ao invés de *proxies*, para avaliar os insumos inovativos e os resultados da inovação no nível regional. É neste ponto que reside a principal contribuição deste trabalho.

Em particular, aponta-se que o dinamismo inovativo das microrregiões em São Paulo está associado a seu maior investimento em inovação, bem como à proximidade com regiões que apresentam maior esforço em inovação. Ou seja, ao contrário dos resultados encontrados em outras regiões no mundo, como nos Estados Unidos e na China (Crescenzi; Rodríguez-Pose; Storper, 2007, 2012), os transbordamentos de conhecimento de regiões vizinhas, a partir dos dispêndios em P&D, é um fator que afeta na dinâmica regional da inovação. Resultado semelhante ao que foi encontrado nas regiões do México (Rodríguez-Pose; Villarreal Peralta, 2015).

Esses resultados trazem consigo implicações que subsidiam a reflexão e o desenho de políticas. Em virtude do reconhecimento da importância dos transbordamentos de conhecimento, as políticas que estimulam os investimentos inovativos regionais podem afetar positivamente a taxa de inovação não somente nas regiões incentivadas, mas também nas regiões vizinhas, que são beneficiadas através da difusão dos conhecimentos e capacitações gerados a partir desses incentivos. Por isso, são de elevada importância as políticas que estimulem a ampliação dos esforços inovativos locais.

Os resultados também apontam que as regiões mais diversificadas possuem melhor desempenho inovativo. Do ponto de vista das políticas, o apoio a esforços em regiões com estrutura produtiva mais diversificada é mais eficaz no estímulo à inovação no nível regional.

Por fim, os resultados mostram ainda que a cooperação entre empresas e universidades também tem efeitos importantes sobre a inovação regional. Em termos do desenho de políticas, aponta-se para a pertinência de se criar mecanismos que estimulem a cooperação entre esses agentes, visto que regiões que apresentam maior densidade da interação ou colaboração entre universidades e empresas no local tendem a apresentar

crescimentos maiores da taxa de inovação regional. Assim, espera-se que políticas que estimulam a cooperação entre esses agentes venham, por consequência, fomentar o desempenho inovativo das regiões.

Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, E. da M.; SIMÕES, R.; BAESSA, A.; CAMPOLINA, B.; SILVA, L. 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*, Campinas, p. 225-251, 2002.

ARAUJO, V. *Dimensão local da inovação no Brasil : determinantes e efeitos de proximidade*. 2014. São Paulo: Universidade de São Paulo - USP, 2014.

AUDRETSCH, D. B.; FELDMAN, M. P. R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production. *The American Economic Review*, Pittsburgh, v. 86, n. 3, p. 630-640, 1996.

CABRER-BORRAS, B.; SERRANO-DOMINGO, G. Innovation and R&D spillover effects in Spanish regions: a spatial approach. *Research Policy*, [s. l.], v. 36, n. 9, p. 1357-1371, 2007.

CARLINO, G.; CHATTERJEE, S.; HUNT, R. *Knowledge Spillovers and the new economy of cities*. *Federal Reserve Bank of Philadelphia*. [s.l: s.n.], 2001.

CHARLOT, S.; CRESCENZI, R.; MUSOLESI, A. *An 'extended' knowledge production function approach to the genesis of innovation in the European regions*. [s.l: s.n.]. 2012.

CHARLOT, S.; CRESCENZI, R.; MUSOLESI, A. Econometric modelling of the regional knowledge production function in Europe. *Journal of Economic Geography*, [s. l.], v. 15, n. 6, p. 1227-1259, 2015.

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

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, n. 1, p. 128, 1990.

CRESCENZI, R.; JAAX, A. Innovation in Russia : the territorial dimension. *Economic Geography*, [s. l.], p. 1-23, 2015.

CRESCENZI, R.; JAAX, A. Innovation in Russia: the territorial dimension. *Economic Geography*, [s. l.], v. 93, n. 1, p. 66-88, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00130095.2016.1208532>.

CRESCENZI, R.; RODRÍGUEZ-POSE, A.; STORPER, M. The territorial dynamics of innovation: A Europe-United States comparative analysis. *Journal of Economic Geography*, [s. l.], v. 7, n. 6, p. 673-709, 2007.

CRESCENZI, R.; RODRÍGUEZ-POSE, A.; STORPER, M. The territorial dynamics of innovation in China and India. *Journal of Economic Geography*, [s. l.], v. 12, n. 5, p. 1055-1085, 2012.

- D'ESTE, P.; IAMMARINO, S. The spatial profile of university-business research partnerships. *Papers in Regional Science*, [s. l.], v. 89, n. 2, p. 335-350, 2010.
- FELDMAN, M. P. The new economics of innovation, spillovers and agglomeration: a review of empirical studies. *Economics of Innovation and New Technology*, [s. l.], v. 8, n. 1-2, p. 5-25, 1999.
- FELDMAN, M. P.; AUDRETSCH, D. B. Innovation in cities: science-based diversity, specialization and localized competition. *European Economic Review*, [s. l.], v. 43, n. 2, p. 409-429, 1999.
- FRITSCH, M.; SLAVTCHEV, V. Universities and innovation in space. *Industry and innovation*, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 201-218, 2007.
- FRITSCH, M.; SLAVTCHEV, V. How does industry specialization affect the efficiency of regional innovation systems? *The Annals of Regional Science*, [s. l.], v. 45, n. 1, p. 87-108, 2010.
- FRITSCH, M.; SLAVTCHEV, V. Determinants of the efficiency of regional innovation systems. *Regional Studies*, [s. l.], v. 45, n. 7, p. 905-918, 2011.
- GARCIA, R. Geografia da inovação. In: PRISMAS (Ed.). *Economia e ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global*. 1. ed. [s.l: s.n.], 2017. p. 1-622.
- GARCIA, R.; ARAUJO, V.; MASCARINI, S. The role of geographic proximity for university-industry linkages in Brazil: an empirical analysis. *Australasian Journal of Regional Studies*, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 433-456, 2013.
- GARCIA, R.; ARAUJO, V.; MASCARINI, S.; GOMES SANTOS, E.; COSTA, A. Looking at both sides: how specific characteristics of academic research groups and firms affect the geographical distance of university-industry linkages. *Regional Studies, Regional Science*, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 518-534, 2015.
- GERTLER, M. S. Tacit knowledge and the economic geography of context, or The undefinable tacitness of being (there). *Journal of Economic Geography*, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 75-99, 2003.
- GERTLER, M. S. Tacit knowledge in production systems: how important is geography? *The Economic Geography of Innovation*, [s. l.], p. 1-42, 2007.
- GLAESER, E. L.; KALLAL, H. D.; SCHEINKMAN, J. A.; SHLEIFER, A. Growth in cities. *The Journal of Political Economy*, [s. l.], v. 100, n. 6, p. 1126-1152, 1992.
- GONÇALVES, E. O padrão espacial da atividade inovadora Brasileira: uma análise exploratória. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 405-433, 2007.
- GONÇALVES, E.; ALMEIDA, E. Innovation and spatial knowledge spillovers: evidence from Brazilian patent data. *Regional Studies*, [s. l.], v. 43, n. 4, p. 513-528, 2009. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00343400701874131>.
- GONÇALVES, E.; FAJARDO, B. de A. G. A influência da proximidade tecnológica e geográfica sobre a inovação regional no Brasil. *Revista de Economia Contemporânea*, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 112-142, 2011.

GREUNZ, L. Industrial structure and innovation – Evidence from European regions. *Journal of Evolutionary Economics*, [s. l.], v. 14, n. 5, p. 563-592, 2004.

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

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

JAFFE, A. B. Real effects of academic research. *The American Economic Review*, [s. l.], v. 79, n. 5, p. 957-970, 1989. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1831431>.

JAFFE, A. B.; TRAJTENBERG, M.; HENDERSON, R.; NARIN, F. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *Quarterly Journal of Economics*, [s. l.], v. 108, p. 577-598, Aug. 1993.

LAURSEN, K.; REICHSTEIN, T.; SALTER, A. Exploring the effect of geographical proximity and university quality on university–industry collaboration in the United Kingdom. *Regional Studies*, [s. l.], v. 45, n. 4, p. 507-523, 2011.

LUNDEVALL, B.-A. *National systems of innovation*. [s. l., s.n.], 1992.

MARSHALL, A. Industry and trade. *Journal of the Royal Statistical Society*, v. 83, p. 292, 1920.

MONTENEGRO, R. L.; BETARELLI JUNIOR, A. Análise e investigação dos fatores determinantes da inovação nos municípios de São Paulo. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, v. 2, n. 2, 6 fev. 2015.

MONTENEGRO, R. L.; GONÇALVES, E.; ALMEIDA, E. Dinâmica espacial e temporal da inovação no estado de São Paulo: uma análise das externalidades de diversificação e especialização. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 743-776, 2011.

MORENO, R.; PACI, R.; USAI, S. Spatial spillovers and innovation activity in European regions. *Environment and Planning A*, [s. l.], v. 37, n. 10, p. 1793-1812, 2005.

NELSON, R. R. *National innovation systems: a comparative analysis*. [s.l.]: Oxford University Press, 1993.

NELSON, R. R.; WINTER, SIDNEY, G. *An evolutionary theory of economic change*. [s.l.: s.n.], 1982.

PACI, R.; USAI, S. Externalities, knowledge spillovers and the spatial distribution of innovation. *GeoJournal*, [s. l.], v. 49, n. 4, p. 381-390, 2000.

RODRÍGUEZ-POSE, A.; VILLARREAL PERALTA, E. M. Innovation and regional growth in Mexico: 2000-2010. *Growth and Change*, [s. l.], v. 46, n. 2, p. 172-195, 2015.

SHEFER, D.; FRENKEL, A. Local milieu and innovations: Some empirical results. *The Annals of Regional Science*, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 185-200, 1998.

SIMÕES, R.; OLIVEIRA, A.; GITIRANA, A.; CUNHA, J.; CAMPOS, M.; CRUZ, W. A Geografia da Inovação: uma metodologia de regionalização das informações de gastos em P & D no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, [s. l.], v. 4, p. 157-185, jan./jun. 2005.

STERLACCHINI, A.; VENTURINI, F. R&D and productivity in high-tech manufacturing: a comparison between Italy and Spain. *Industry and Innovation*, [s. l.], v. 21, n. 5, p. 359-379, 2014.

STORPER, M.; VENABLES, A. J. Buzz: face-to-face contact and the urban economy. *Journal of Economic Geography*, [s. l.], v. 4, n. 4, p. 351-370, 2004.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R.; SAMPAIO, S. Inovação e conhecimento indicadores regionalizados e aplicação a São Paulo. *Revista de Economia Contemporânea*, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 323-356, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rec/v10n2/05.pdf>.

VAN DER PANNE, G. Agglomeration externalities: Marshall versus Jacobs. *Journal of Evolutionary Economics*, [s. l.], v. 14, n. 5, p. 593-604, 2004.

Anexo

Tabela 1A
Resultado da análise de componentes principais

| Componentes Principais /correlação | | | | |
|------------------------------------|------------|-----------|-----------|-------------|
| Número de obs. = 63 | | | | |
| Número de comp = 3 | | | | |
| Traço = 3 | | | | |
| Rho = 1,00 | | | | |
| Componente | Auto Valor | Diferença | Proporção | Acumulado |
| Comp1 | 1,351 | 0,264 | 0,450 | 0,450 |
| Comp2 | 1,087 | 0,524 | 0,362 | 0,813 |
| Comp3 | 0,563 | . | 0,188 | 1,000 |
| Componentes Principais (Autovetor) | | | | |
| variable | Comp1 | Comp2 | Comp3 | Unexplained |
| Sup | 0,462 | 0,717 | 0,522 | 0 |
| Age | 0,481 | -0,697 | 0,531 | 0 |
| Tec | 0,745 | 0,006 | -0,667 | 0 |

Fonte: Elaboração dos autores.

Quadro 1A
Grupos selecionados na CBO94 das ocupações tecnológicas

| Código | Nome |
|--------|---|
| 011 | Químicos |
| 012 | Físicos |
| 019 | Químicos, físicos e trabalhadores assemelhados não-classificados sob outras epígrafes |
| 020 | Engenheiros agrônomos, florestais e de pesca |
| 021 | Engenheiros civis e arquitetos |
| 022 | Engenheiros de operações e desenhistas industriais |
| 023 | Engenheiros eletricitas e engenheiros eletrônicos |
| 024 | Engenheiros mecânicos |
| 025 | Engenheiros químicos |
| 026 | Engenheiros metalúrgicos |
| 027 | Engenheiros de minas e geólogos |
| 028 | Engenheiros de organização e métodos |
| 029 | Engenheiros, arquitetos e trabalhadores assemelhados não-classificados sob outras epígrafes |
| 081 | Estatísticos |
| 082 | Matemáticos e atuários |
| 083 | Analistas de sistemas |
| 084 | Programadores de computador |

Fonte: Elaboração dos autores, Classificação Brasileira de Ocupações (CBO 94).