

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**  
**FACULDADE DE ECONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

**Beatriz Pereira de Almeida**

**Determinantes da capacidade de absorção e dos transbordamentos de conhecimento regional sob a ótica dos dados de patentes**

Juiz de Fora

2022

**Beatriz Pereira de Almeida**

**Determinantes da capacidade de absorção e dos transbordamentos de conhecimento regional sob a ótica dos dados de patentes**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Economia. Área de concentração: Economia.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Gonçalves

Juiz de Fora

2022

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Pereira de Almeida, Beatriz.

Determinantes da capacidade de absorção e dos transbordamentos de conhecimento regional sob a ótica dos dados de patentes / Beatriz Pereira de Almeida. -- 2022.

92 f. : il.

Orientador: Eduardo Gonçalves

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia, 2022.

1. Capacidade de Absorção. 2. Regiões. 3. Citações de Patentes.  
I. Gonçalves, Eduardo, orient. II. Título.

**Beatriz Pereira de Almeida**

**Determinantes da capacidade de absorção e dos transbordamentos de conhecimento regional sob a ótica de dados de patentes**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Economia. Área de concentração: Economia

Aprovada em 09 de setembro de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

**Dr. Eduardo Gonçalves** - Orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora

**Dr<sup>a</sup>. Rosa Livia Gonçalves Montenegro**  
Universidade Federal de Juiz de Fora

**Dr. Weslem Rodrigues Faria**  
Universidade Federal de Juiz de Fora

**Dr. Pedro Vasconcelos Maia do Amaral**  
Universidade Federal de Minas Gerais

**Dr. Renato de Castro Garcia**  
Universidade Estadual de Campinas

Juiz de Fora, 15/08/2022.



conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renato de Castro Garcia, Usuário Externo**, em 09/09/2022, às 13:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rosa Livia Gonçalves Montenegro, Professor(a)**, em 09/09/2022, às 13:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Weslem Rodrigues Faria, Professor(a)**, em 15/09/2022, às 09:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Vasconcelos Maia do Amaral, Usuário Externo**, em 16/09/2022, às 14:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Uffj ([www2.uffj.br/SEI](http://www2.uffj.br/SEI)) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **0907645** e o código CRC **FCC8411E**.

## RESUMO

A difusão do conhecimento ocorre e impacta de maneira desigual as firmas, setores ou regiões. A literatura econômica trata dessa dinâmica em todas as suas dimensões para compreender o processo inovativo e, nesse contexto, a capacidade de absorção de conhecimento parece ser o fator-chave a ser analisado. Os dados de patentes permitem que essa análise seja feita, já que são uma *proxy* para a produção e para os transbordamentos de conhecimento e apontam para como essa difusão ocorre, no tempo e no espaço. Este trabalho busca explorar as possibilidades dadas pelos dados de invenções patenteadas, estando dividido em 3 capítulos. No primeiro capítulo, emprega-se uma medida baseada em citações de patentes como *proxy* para a capacidade de absorção regional, e analisam-se os seus determinantes. Como método emprega-se um modelo de dados em painel com efeitos fixos. Os resultados indicam que regiões que geram conhecimento básico possuem maior capacidade de absorver e explorar conhecimento externo. No segundo capítulo o processo de *lock-in* regional é estudado utilizando as autocitações diretas de patentes, valendo-se do modelo binomial negativo para dados de contagem. Os resultados indicam que regiões que realizam proporcionalmente mais autocitações podem estar em um processo prejudicial de miopia de conhecimento ou, por outro lado, são líderes especializadas em determinadas áreas tecnológicas. No terceiro capítulo são empregadas técnicas de econometria espacial e de redes para a identificação do papel dos transbordamentos de conhecimento advindos de regiões próximas e também distantes para a produção de conhecimento no Brasil. Os resultados evidenciam o papel positivo dos transbordamentos localizados e elevada influência dos transbordamentos advindos de regiões distantes. Dessa forma, foi possível explorar e avançar um pouco mais em relação a como ocorre a dinâmica do transbordamento de conhecimento, tendo como foco a capacidade de absorção das regiões.

**Palavras-chave:** Capacidade de Absorção. Regiões. Citações de Patentes.

## ABSTRACT

The diffusion of knowledge occurs and impacts firms, sectors, or regions unequally. Economic literature deals with this dynamic in all its dimensions to understand the innovative process and, in this context, the knowledge absorptive capacity seems to be the key factor to be analyzed. Patent data allow this analysis to be carried out, as they are a proxy for the production and spillovers of knowledge and, therefore, point to how this diffusion occurs, in time and space. This work explores the possibilities given by the patent data, divided into 3 chapters. In the first chapter, a measure based on patent citations is used as a proxy for regional absorptive capacity, and its determinants are analyzed. As a method, a panel data model with fixed effects is used. The results indicate that regions that generate basic knowledge have a greater capacity to absorb and exploit external knowledge. In the second chapter, the regional lock-in process is studied using direct patent self-citations, employing the negative binomial model for counting data. The results indicate that regions that carry out proportionally more self-citations may be in a damaging process of knowledge myopia or, on the other hand, are specialized leaders in certain technological areas. In the third chapter, spatial and network econometric techniques are used to identify the role of knowledge spillovers from nearby and distant regions in the production of knowledge in Brazil. The results show the positive role of localized spillovers and the high influence of the spillovers from distant regions. In that sense, it was possible to explore and advance on how the dynamics of knowledge spillovers occur, focusing on the regional absorptive capacity.

**Keywords:** Absorptive Capacity. Regions. Patent Citations.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Regiões por quartil de capacidade de absorção no período 2000-2010.....	22
Figura 2	– Regiões da Europa por quartil de capacidade de absorção no período 2000-2010.....	23
Quadro 1	– Descrição das variáveis.....	37
Quadro 2	– Descrição das variáveis.....	60



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Estatísticas descritivas para a amostra completa de regiões.....	18
Tabela 2	– Estatísticas descritivas das regiões de maior intensidade tecnológica.....	19
Tabela 3	– Estatísticas descritivas das regiões de menor intensidade tecnológica.....	19
Tabela 4	– Regiões com maior capacidade de absorção.....	20
Tabela 5	– Regiões com maior intensidade tecnológica entre as de maior capacidade de absorção.....	25
Tabela 6	– Modelos de dados em painel para a capacidade de absorção regional (2000-2010).....	26
Tabela 7	– Estatísticas descritivas .....	41
Tabela 8	– Regiões com maiores taxas de autocitação por intensidade tecnológica no período 2000-2010.....	42
Tabela 9	– Estimativa do modelo de regressão binomial negativa para autocitações de patentes NUTS-2 por regiões de acordo com suas intensidades tecnológicas no período de 2000-2010.....	4444
Tabela 10	– Estatísticas descritivas.....	61
Tabela 11	– Condicionantes da invenção dos municípios do Brasil. Estimação por Modelo Regressivo Cruzado Espacial (SLX). Período 2000-2011.....	62
Tabela 12	– Condicionantes da invenção regional nos municípios do Brasil e São Paulo. Estimação por Modelo Regressivo Cruzado Espacial (SLX). Período 2000-2011.....	65

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CAPACIDADE DE ABSORÇÃO E A INVENÇÃO REGIONAL: UMA ANÁLISE DE CITAÇÕES DE PATENTES.....</b>	<b>4</b>
2.1	INTRODUÇÃO.....	5
2.2	REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.2.1	A capacidade de absorção.....	6
2.2.2	A aplicação do conceito para regiões e suas implicações.....	6
2.2.3	Formas de medir a capacidade de absorção.....	7
2.2.4	A relação entre apropriabilidade e a capacidade de absorção.....	8
2.2.5	A relação entre o lock-in e capacidade de absorção.....	10
2.3	ESTRATÉGIA EMPÍRICA.....	11
2.4	RESULTADOS.....	24
2.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
<b>3</b>	<b>PATH DEPENDENCE E LOCK-IN REGIONAL – UMA ANÁLISE UTILIZANDO AUTOCITAÇÕES.....</b>	<b>30</b>
3.1	INTRODUÇÃO .....	31
3.2	REVISÃO DE LITERATURA.....	32
3.3	ESTRATÉGIA EMPÍRICA.....	36
3.3	RESULTADOS.....	42
3.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45

<b>4</b>	<b>PAPEL DOS TRANSBORDAMENTOS DE CONHECIMENTO LOCAIS E DISTANTES PARA A INVENÇÃO NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS.....</b>	<b>47</b>
4.1	INTRODUÇÃO.....	48
4.2	TRANSBORDAMENTOS INTER-REGIONAIS E A FUNÇÃO DE PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO (KPF).....	50
4.3	ESTRATÉGIA EMPÍRICA.....	54
<b>4.3.1</b>	<b>Função de produção do conhecimento – KPF.....</b>	<b>54</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Os transbordamentos de conhecimento.....</b>	<b>56</b>
4.4	RESULTADOS.....	60
4.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
5	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	68
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>70</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O conhecimento é um fator-chave para a competitividade das economias na era das inovações tecnológicas. Entender como o conhecimento é difundido e impacta diferentes firmas, setores ou regiões, além de sua dinâmica no tempo, é possível por meio da utilização de *proxies* como os dados de colaboração científica, de mobilidade de trabalhadores, de esforço em P&D e de patentes (CALOGHIROU; KASTELLI; TSAKANIKAS, 2004; CAMISÓN; FORÉS, 2010; COHEN; LEVINTHAL, 1989, 1990b; ZHANG; BADEN-FULLER; MANGEMATIN, 2007).

A literatura econômica explora a dinâmica do conhecimento e aponta que a difusão e o impacto do conhecimento ocorrem de maneira desigual, seja entre ou inter atores, nas dimensões macro e microeconômicas. Isso pode ser explicado pelas diferenças inerentes aos atores econômicos, como suas características estruturais, localização geográfica ou pela diferença de capacidade de aprendizado entre eles.

Essa diferença também dependerá do tipo de conhecimento considerado. O conhecimento tácito, por exemplo, depende das interações face-a-face para que sua difusão ocorra, de modo que os seus transbordamentos diminuem à medida que a distância geográfica aumenta (PACI; USAI, 2009).

Outra questão que se coloca a respeito dos transbordamentos de conhecimento é que não basta que ocorram, é preciso que as firmas busquem conhecimento externo e o apliquem de fato em seu processo inovativo, para haver um real impacto positivo (CRESCENZI; GAGLIARDI; IAMMARINO, 2015). Essa dinâmica é resumida no conceito de capacidade de absorção de conhecimento, que é a habilidade das firmas de identificar, assimilar e explorar comercialmente o conhecimento externo (COHEN; LEVINTHAL, 1989). O conceito também pode ser estendido para a dimensão regional, já que a agregação da capacidade de absorção das firmas, em um contexto de sistema de inovação, se constitui na capacidade de absorção da região (ABREU, 2011; MIGUÉLEZ; MORENO, 2015).

Quanto mais conhecimento as firmas e regiões acumulam internamente, maior sua capacidade de aprendizado a partir do conhecimento externo. Nesse sentido, o investimento em P&D teria não só a função de ser um insumo direto para a inovação, mas também teria o papel indireto de formação da capacidade de absorção, ou de aprendizado, da firma (COHEN; LEVINTHAL, 1990a).

Todavia, as firmas também se apoiam em seu próprio conhecimento e seguem rotinas e padrões passados, criando uma condição de *path dependence* para o processo inovativo. Quanto mais dependente da trajetória passada, no entanto, mais presas ficam as firmas ou regiões em seu próprio “modo de fazer” e se tornam menos receptivas ao conhecimento externo (NELSON; WINTER, 1983).

Mensurar o que realmente se torna uma inovação é uma tarefa difícil, mas as patentes funcionam como uma *proxy* para a inovação, já que são invenções que demonstram sua condição de novidade e seu potencial de aplicação no mercado (JAFFE, ADAM, 1989). Além de as patentes se referirem propriamente às invenções, as firmas e inventores muitas vezes recorrem a outras formas de proteger sua propriedade industrial e se apropriarem dos ganhos de sua invenção, como, por exemplo, ao segredo industrial, o que faz com que apenas uma parte das invenções sejam patenteadas. Ademais, algumas firmas recorrem ao patenteamento se existirem substitutos próximos de sua invenção inicial, sem objetivo de explorá-las comercialmente, mas de obter maior poder de monopólio sobre determinada tecnologia ou produto (GRILICHES, 1991; NAGAOKA; MOTOHASHI; GOTO, 2010).

A maioria dos estudos empíricos sobre capacidade de absorção utilizam variáveis relacionadas às atividades de P&D das firmas como *proxies* da medida, seguindo a definição de Cohen e Levinthal (1989, 1990). Outras *proxies* utilizadas são patentes (ZHANG; BADEN-FULLER; MANGEMATIN, 2007), publicações (MANGEMATIN; NESTA, 1999) ou número de empregados altamente qualificados (CALOGHIROU; KASTELLI; TSAKANIKAS, 2004). Alguns consideraram medidas multidimensionais para captar a complexidade do conceito (CAMISÓN; FORÉS, 2010; JANSEN; VAN DEN BOSCH; VOLBERDA, 2005; LIAO; FEI; CHEN, 2007), seguindo a conceituação dada por Zahra e George (2002).

Apesar das limitações, as patentes são indicadores mais diretos para a inovação do que os gastos em P&D, por exemplo, já que derivam diretamente do processo de invenção, possuem potencial de aplicação no mercado e são tecnicamente viáveis (JAFFE, ADAM, 1989; JAFFE, ADAM B., 1986; JAFFE, ADAM; TRAJTENBERG; HANDERSON, 1993). Elas possuem informações detalhadas sobre os inventores e sua localização geográfica, sendo identificadas por códigos individuais, o que permite a análise regional do processo de patenteamento.

Com isso, o objetivo geral deste trabalho se concentra em explorar as possibilidades oferecidas pelos dados de patentes para entender sobre as relações do conhecimento intra e

interregionais e ao longo do tempo. Para tanto, o mesmo foi dividido em 5 capítulos, constituídos de 3 artigos, além desta introdução e do capítulo das considerações finais. No primeiro artigo, o objetivo específico é empregar uma medida direta para a capacidade de absorção de conhecimento regional. Para este trabalho são calculadas medidas utilizando as diversas informações disponíveis a partir do pedido de patente pelo inventor. Analisam-se as relações entre as características do conhecimento gerado pela região e sua capacidade de absorção utilizando um painel de dados de efeitos fixos. No segundo artigo, o objetivo específico é identificar as relações existentes entre as características do conhecimento gerado pela região e o fenômeno do *lock-in* tecnológico, em que a região se torna dependente, em grande medida, de seu próprio conhecimento. Para tanto, é utilizado um modelo binomial negativo em painel. No terceiro artigo busca-se investigar o papel dos transbordamentos locais e distantes na inventividade das regiões por meio de uma função de produção de conhecimento. É utilizado um Modelo Regressivo Cruzado Espacial e dados de coinventores brasileiros.

Vale destacar que os capítulos se complementam na medida em que tratam das relações de aprendizagem das regiões e de como as regiões utilizam o seu conhecimento acumulado e o conhecimento externo para inovar. Espera-se que esta tese possa trazer uma nova contribuição à literatura da área da inovação e dos transbordamentos de conhecimento ao propor medidas que explorem a riqueza dos dados de patentes e um maior entendimento sobre a capacidade de absorção de conhecimento no âmbito das regiões. O aprofundamento nas questões relacionadas à capacidade de absorção de conhecimento, por firmas e regiões, torna-se questão-chave na nova economia do conhecimento, reforçando a importância de investimentos na geração de capacidades internas para que as regiões sejam capazes não só de ter produtividade inovativa baseada no acúmulo interno de conhecimento, mas também sejam capazes de identificar, assimilar e explorar o conhecimento externo, se mantendo competitivas.

## 2 CAPACIDADE DE ABSORÇÃO E A INVENÇÃO REGIONAL: UMA ANÁLISE DE CITAÇÕES DE PATENTES

### RESUMO

A capacidade de absorção de conhecimento é um elemento chave em se tratando do desempenho inovativo de firmas, já que é o mecanismo que possibilita que elas identifiquem, assimilem e explorem os transbordamentos de conhecimento. Regiões com elevada capacidade de absorver transbordamentos possuem maior potencial de se beneficiarem do conhecimento externo e, como consequência, são também as mais inovadoras. Esse importante fator para o sucesso inovativo é, no entanto, difícil de se medir. Isso ocorre, pois, o conceito de capacidade de absorção é complexo e não apresenta uma medida objetiva comumente utilizada pelos autores da área. Por isso, além da pouca possibilidade de comparação direta entre os resultados existentes na literatura, os determinantes da capacidade de absorção foram ainda poucos explorados. Esse artigo faz uma tentativa de empregar uma medida mais direta para a capacidade de absorção regional e traz uma análise dos seus determinantes. A principal contribuição aqui apresentada é o cálculo das variáveis sugeridas baseadas nas informações obtidas a partir dos pedidos de patentes e de suas citações. A base de dados compreende o período de 2000 a 2010 e, além do cálculo das variáveis, analisa-se a relação entre as variáveis e a medida proposta para a capacidade de absorção regional por meio do método de painel de dados. Os resultados apontam que regiões que geram conhecimento mais básico e diversificado possuem maior capacidade de absorver e explorar conhecimento externo. Além disso, regiões que se baseiam primordialmente no seu próprio conhecimento, estando provavelmente em um processo de lock-in de conhecimento tecnológico, têm menor capacidade de absorção.

**Palavras-chave:** Capacidade de Absorção. Patentes. Citações.

## 2.1 INTRODUÇÃO

As mudanças tecnológicas cada vez mais rápidas fizeram com que o conhecimento seja um dos principais determinantes da competitividade para as organizações. Fatores internos às organizações podem, no entanto, impedir que um processo de aprendizagem contínuo ocorra. A abordagem teórica da capacidade de absorção de conhecimento (CA) busca explicar as diferenças de aprendizagem entre as organizações. Define-se a capacidade de absorção de conhecimento como o mecanismo pelo qual é possível a identificação, assimilação e exploração dos transbordamentos de conhecimento (Cohen e Levinthal, 1989). Embora o conceito tenha sido amplamente explorado e empregado, a literatura que trata da sua aplicação ao âmbito regional é limitada. Essa limitação pode ser explicada pela dificuldade em se mensurar, e pela impossibilidade de se observar diretamente a CA (MUKHERJI; SILBERMAN, 2013). Os trabalhos que tratam do tema, em geral, utilizam alguma medida *proxy* que mede indiretamente essa capacidade de aprendizagem, a partir, por exemplo, de medidas do esforço realizado em pesquisa e desenvolvimento, de medidas do número de patentes geradas, do número de publicações e outras variáveis relacionadas (LANE; SALK; LYLES, 2001).

Considerando que os resultados da inovação de uma firma que utilizou conhecimento externo em seu processo inovativo indicam que a firma possui capacidade de explorar esse conhecimento, essa seria uma medida direta de uma das dimensões da CA (SCHMIDT, 2005). Uma vez que a capacidade de identificar e assimilar o conhecimento precedem a exploração, então essas dimensões também estariam representadas indiretamente por medidas de resultado da inovação.

Nesse caminho, esse trabalho propõe a utilização de uma variável *proxy* para a CA que reflete diretamente a capacidade de explorar o conhecimento externo. Dado que as citações de patentes indicam a utilização do conhecimento externo para a geração de novo conhecimento (NAGAOKA; MOTOHASHI; GOTO, 2010), a razão entre as citações feitas às regiões externas e o estoque de conhecimento interno já existente – medido pelo número de patentes da região – é utilizado como uma medida da CA das regiões.

Além de empregar uma nova medida para a variável, esse trabalho analisa os fatores determinantes para a CA regional por meio do método de painel de dados, para o período de 2000



a 2015. Com base em dados de citações de patentes, outras variáveis foram construídas, como uma *proxy* para lock-in regional, apropriabilidade das patentes da região, generalidade e originalidade.

## 2.2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.2.1 A capacidade de absorção

Cohen e Levinthal (1989) conceituaram a capacidade de absorção como a habilidade das firmas de identificar, assimilar e explorar conhecimento externo. Essa habilidade é criada por meio da realização de pesquisa e atividades de inovação, internamente. Nesse sentido, a atividade de P&D não seria apenas indutora das invenções, mas também indutora da capacidade de aprendizado das firmas. A capacidade de absorção depende, portanto, do conhecimento prévio acumulado pela firma, que pode incluir desde habilidades mais básicas até conhecimento dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos mais recentes em determinada área (COHEN; LEVINTHAL, 1990).

A capacidade de absorção tem natureza dinâmica e afeta a habilidade das firmas de sustentarem suas vantagens competitivas. Quanto mais a firma possui capacidade de aprender, mais ela acumula conhecimento e, por consequência, maior a sua capacidade de absorção.

Ela também pode ser dividida em quatro dimensões: aquisição, assimilação, transformação e exploração, que compõem a capacidade de absorção potencial e a realizada das firmas. A aquisição e assimilação fazem parte da chamada capacidade potencial, a transformação e exploração, da realizada. A transformação e exploração do conhecimento não podem ser feitas sem haver antes a sua aquisição e assimilação desse mesmo conhecimento. Nesse sentido, a dimensão de realização depende diretamente da dimensão potencial. Entretanto, é possível que a firma adquira e assimile conhecimento, mas não tenha a habilidade para transformá-lo e explorá-lo para a geração de lucros (ZAHRA; GEORGE, 2002).

### 2.2.2 A aplicação do conceito para regiões e suas implicações

O conceito de capacidade de absorção foi desenvolvido para o contexto de firmas por Cohen e Levinthal (1989, 1990), mas por ser um fator-chave quando se trata do crescimento econômico e desenvolvimento industrial de países e regiões (GOLDBERG *et al.*, 2008), também

foi tratado no contexto regional (CANTWELL; IAMMARINO, 2004; CARAGLIU; NIJKAMP, 2008; DOLOREUX; PARTO, 2005; JAFFE, ADAM; TRAJTENBERG; HANDERSON, 1993; MUKHERJI; SILBERMAN, 2013; ROPER; LOVE, 2006).

A capacidade de absorção regional é não apenas uma função da capacidade de absorção das firmas localizadas na região, mas também das características institucionais que promovem os fluxos de conhecimento entre as firmas da região e as ligações com organizações externas (ABREU, 2011).

Algumas conclusões da literatura que trata de capacidade de absorção para firmas são relevantes para as regiões, como sobre a importância do capital humano, da especialização e da existência de agentes “gatekeepers” para melhorar o acesso ao conhecimento externo. Regiões que possuem maior capacidade de absorção são abertas a novas ideias, tem maior capacidade de aprender e inovar e, assim, possuem vantagens competitivas na economia do conhecimento. Por outro lado, regiões que dependem mais de suas próprias inovações do que as inovações fora de suas regiões, que estão menos conectadas com outras regiões no uso do conhecimento, inovam menos (MUKHERJI; SILBERMAN, 2013).

Considerar a capacidade de absorção quando se trata dos fluxos de conhecimento regional é importante, já que as firmas que fazem parte de uma mesma região podem ter capacidade de aprendizado diferente, de modo que se beneficiam de maneira desigual do conhecimento externo. Algumas firmas e regiões podem inclusive se basear mais no conhecimento interno que no conhecimento externo (SCHMIDT, 2005).

Embora o conceito de capacidade de absorção tenha sido amplamente explorado e empregado, a literatura que trata da aplicação do conceito ao âmbito regional é limitada. Essa limitação pode ser explicada pela sua dificuldade em ser mensurada e observada diretamente. Esse trabalho busca explorar, por meio de uma medida baseada em citações de patentes, determinantes da capacidade de absorção regional.

### **2.2.3 Formas de medir a capacidade de absorção**

A maioria dos estudos empíricos sobre capacidade de absorção utilizam variáveis relacionadas às atividades de P&D das firmas como proxies da medida, seguindo a definição de Cohen e Levinthal (1989, 1990). Outras proxies utilizadas são patentes (ZHANG; BADEN-

FULLER; MANGEMATIN, 2007), publicações (MANGEMATIN; NESTA, 1999), número de empregados altamente qualificados (CALOGHIROU; KASTELLI; TSAKANIKAS, 2004).

Lane *et al.* (2001) analisaram 180 artigos que citaram os trabalhos seminais de Cohen e Levinthal (1998,1990) e não encontraram medidas diretas para a capacidade de absorção, o que torna limitada a comparabilidade entre os resultados das pesquisas. Ao mesmo tempo, o foco dos trabalhos na mensuração do conceito faz com que haja menos trabalhos sobre os determinantes da capacidade de absorção.

Para tentar preencher essa lacuna, Schmidt (2005) construiu uma medida mais direta da capacidade de absorção, propondo um foco nos resultados da capacidade de absorção ao invés de foco nos insumos, como nos trabalhos que utilizam a intensidade em P&D como *proxy*. Utilizando dados da pesquisa de inovação germânica, a *Mannheim Innovation Panel*, argumentou que as firmas que inovam baseadas em conhecimento externo possuem, portanto, a habilidade de explorar esse conhecimento, o que considera como evidência da capacidade de absorção. Entretanto, os demais componentes (identificação e assimilação do conhecimento) são medidos indiretamente pela habilidade de exploração, já que uma firma capaz de explorar conhecimento externo possui necessariamente a habilidade de identificar e assimilar esse mesmo conhecimento.

As citações de patentes são uma maneira muito utilizada na literatura para medir e evidenciar a dinâmica do conhecimento no tempo e no espaço (HU; JAFFE, 2003). Quando uma patente cita outra, isso indica que o inventor se utilizou de conhecimento disponível e gerado em outra região ou firma para a geração de uma nova patente, ou novo conhecimento aplicado (NAGAOKA; MOTOHASHI; GOTO, 2010). Partindo dessa possibilidade, esse capítulo propõe a utilização de dados de citações de patentes externas para medir o conhecimento externo explorado pela região que foi, subentende-se, identificado e assimilado previamente - o que se traduziria na capacidade de absorção regional.

#### **2.2.4 A relação entre apropriabilidade e a capacidade de absorção**

Quando as citações são feitas pelo próprio inventor ou unidade econômica originária da patente elas não constituem transbordamentos de conhecimento (JAFFE, ADAM; TRAJTENBERG; HANDERSON, 1993). Entretanto, essas autocitações refletem os desenvolvimentos a partir da invenção original, que são o canal pelo qual o inventor se apropria

dos retornos de sua invenção. Quanto mais desenvolvimentos posteriores à inovação ocorrem, mais retornos são capturados pelo inventor (TRAJTENBERG; HENDERSON; JAFFE, 1997). As autocitações podem indicar, assim, a natureza cumulativa do processo inovativo e dos retornos crescentes da acumulação de conhecimento, especialmente dentro de uma determinada área do conhecimento que se estreita, ou trajetória tecnológica.

Considerando isso, (MANCUSI, 2008) também investiga o impacto da capacidade de absorção regional na produtividade inovativa de regiões. Sua análise considera 14 países da OECD e 22 indústrias no período de 1991 a 1999. A autora supõe que a capacidade de absorção para uma indústria e país é condicionada pela experiência passada da região em pesquisa e pode ser medida pelas autocitações de patentes. Os resultados mostram que a capacidade de absorção aumenta a elasticidade da inovação de um país retardatário a transbordamentos externos, enquanto seu efeito marginal é insignificante para países que estão na fronteira tecnológica.

As autocitações indiretas podem indicar que a firma possui forte competitividade na tecnologia específica e, por isso, internaliza os desenvolvimentos futuros de sua inovação (BELENZON, 2006). Essa capacidade pode estar ligada aos menores custos a que está sujeita, porque há menos necessidade de adquirir tecnologias novas, e a maior capacidade de obter lucros, dado que já está no mercado e controla parte dele. As autocitações nesse caso podem ter maior valor que as citações recebidas de firmas externas, já que as citações externas são transbordamentos que beneficiam a firma ou unidade econômica rival (HALL; TRAJTENBERG, 2004).

A internalização ocorre caso o conhecimento gerado pela firma, subsequentemente desenvolvido por outras, retorne à dinâmica inovativa da firma originária. Ou seja, ocorre o transbordamento de conhecimento quando uma firma externa cita a patente da firma originária, que por sua vez, cita a patente da firma externa gerada a partir de seu próprio conhecimento (Belenzon, 2006). Desse modo, pode-se dizer que a firma originária internalizou transbordamentos de seu próprio conhecimento, se apropriando de maiores ganhos privados.

A apropriabilidade é menor para a pesquisa básica do que para pesquisas aplicadas, especialmente no caso de pequenas firmas, que possuem maiores dificuldades em reunir todos os ativos necessários para explorar um conjunto altamente diversificado de oportunidades de mercado. Há ainda a hipótese alternativa de que firmas que geram conhecimento básico são também as que possuem ampla base tecnológica, o que permite que elas se apropriem dos retornos

privados de seus investimentos mesmo quando espalhados por diversas áreas, o que tornaria menor a correlação negativa entre generalidade e apropriabilidade, ou internalização (BELENZON, 2006).

Partindo do princípio de que a apropriabilidade gera mais incentivos para que a firma realize investimentos em P&D, ter maior apropriabilidade indica que a firma ou região farão mais esforços inovativos e de acumulação de conhecimento e terão maior capacidade de aprendizado.

### **2.2.5 A relação entre o lock-in e capacidade de absorção**

É natural que a busca por produtos e serviços inovadores, processo permeado de incertezas, parta das pesquisas já realizadas pela firma e de seu conhecimento acumulado de uma maneira geral. Entretanto, quanto mais a firma se apoia no seu próprio conhecimento, mais se torna dependente da sua trajetória, ou path-dependent (NELSON; WINTER, 1983).

As firmas que obtém resultados satisfatórios com suas estratégias possuem ainda maior tendência a manter seus programas de inovação em um mesmo trajeto, tendo menos motivação para realizar a busca pelo que as outras firmas estão fazendo em termos de melhorias em seus processos de inovação. Essa prática pode se manifestar em uma dita “síndrome do não inventado aqui”, em que as firmas path-dependent valorizam mais o conhecimento próximo da sua própria tecnologia e desenvolvido internamente (LEVITT; MARCH, 1988).

Essa dependência inibe a receptividade da firma ao conhecimento externo e sua motivação para buscar e assimilar conhecimentos distintos do que já desenvolve. Tal comportamento culmina na diminuição das rotinas de compartilhamento de conhecimento, construídas através de alianças entre organizações (SONG; ALMEIDA; WU, 2003; SONG; SHIN, 2008).

As autocitações de patentes apontam que o novo conhecimento gerado, indicado pelo pedido de patente, foi baseado em conhecimento prévio da mesma firma ou região. As autocitações diretas das organizações podem ser usadas, portanto, para medir o grau de limitação das organizações ao conhecimento externo, ou seu grau de miopia na busca pelo conhecimento (AGRAWAL; COCKBURN; ROSELL, 2009; MUKHERJI; SILBERMAN, 2013).

Kim e Song (2007) utilizam a taxa de autocitação de patentes das firmas em relação a suas outras citações feitas para medir um comportamento de dependência da trajetória. Apoiados na hipótese de que firmas que desenvolveram fortes rotinas internas serão menos propensas a buscar

novos conhecimentos trazidos por alianças com parceiros, eles testam e chegam à conclusão que quanto mais dependente de uma trajetória passada, medida por autocitações, menos a firma estaria propensa a realizar invenções conjuntas. Entretanto, se esse nível de dependência do próprio conhecimento acumulado é baixo a moderado, essa relação é positiva, já que a capacidade de absorção seria mais elevada nos casos em que há acúmulo de conhecimento.

O path-dependence limita a absorção de conhecimento externo da firma, reduzindo os incentivos e capacidades de buscar novos conhecimentos que estejam distantes de sua rotina atual e que possibilitariam mais inovações (SOYER, 2012).

Além disso, esse trabalho levanta a hipótese de que há, inicialmente, uma relação positiva entre as firmas de uma região se basearem na própria trajetória, e nos conhecimentos das pesquisas realizadas por elas, e a sua capacidade de absorção. Quando as firmas se tornam muito presas à sua própria trajetória e mantêm sua rotina imutável, essa relação se torna negativa, ou seja, um nível elevado de *lock-in* afeta negativamente a capacidade de absorção de conhecimento externo das organizações.

### 2.3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

Os dados de patentes foram obtidos na *Worldwide Patent Statistical Database* (PATSTAT), *Autumn 2015*, desenvolvida pelo *European Patent Office* (EPO). As citações de patentes foram obtidas na *OECD Citations Database* e compatibilizadas com a *OECD REGPAT Database, February 2016* e *OECD Triadic Patent Families Database*, que contém as informações da localização geográfica de origem dos inventores e depositantes (titulares). Essas bases abrangem 44 países de todos os continentes, entre os países membros da OECD e seus principais parceiros econômicos, divididas em 645 regiões. A desagregação regional corresponde à Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTS), utilizada para referenciar as subdivisões de países para fins estatísticos, mais especificamente ao nível NUTS-2, que são regiões básicas para a aplicação de políticas regionais. As bases OECD REGPAT e OECD

*Citations Database* compreendem pedidos de patentes depositados no EPO e sob o *Patent Cooperation Treaty* (PCT) em sua fase internacional até novembro de 2015<sup>1</sup>.

Na versão utilizada, as bases OECD REGPAT e OECD *Citations Database* compreendem pedidos de patentes depositados no EPO e sob o *Patent Cooperation Treaty* (PCT) em sua fase internacional até novembro de 2015. O PCT é um tratado internacional de patentes que oferece um procedimento unificado para registrar pedidos de patente em vários países e indicam as invenções que possuem maior valor comercial potencial (USAI, 2011). Além disso, esses dados são menos problemáticos quando se quer tratar de comparações internacionais, por não possuírem viés de pedidos de patente domésticos, e possuem informações de endereço de inventores e depositantes.

Com o objetivo de captar os fluxos de conhecimento de maneira mais aproximada, os dados de citações de patentes adicionados pelos examinadores foram desconsiderados da análise. Alguns autores questionam a utilização de citações de examinadores como uma medida de transbordamento de conhecimento, já que os inventores podem não ter conhecimento sobre as patentes citadas pelos examinadores no momento da invenção (ALCÁCER; GITTELMAN; SAMPAT, 2009; HEGDE; SAMPAT, 2009; JAFFE, ADAM B.; TRAJTENBERG; FOGARTY, 2000). Na pesquisa realizada por Jaffe *et al.* (2000), os inventores estavam plenamente cientes de menos que um terço das citações adicionadas. As inferências sobre o conhecimento dos inventores utilizando também as citações de examinadores, por isso, podem sofrer de viés ou alterações nos níveis de significância (ALCÁCER; GITTELMAN, 2006).

Em relação às variáveis, à começar pela dependente, a medida de capacidade de absorção utilizada nesse trabalho é a razão entre as citações feitas a regiões externas pela região originária e o número de patentes da região. O número de patentes da região é utilizado como uma forma de medir o estoque do conhecimento existente na região. Além de refletir a dimensão da exploração do conhecimento externo no processo inovativo da região, a variável também mede indiretamente

---

<sup>1</sup>PATSTAT, disponível em <<https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html>>.

OECD, disponível em <<https://www.oecd.org/sti/inno/intellectual-property-statistics-and-analysis.htm>>.

se a região foi capaz de identificar e assimilar o conhecimento externo, já que para utilizá-lo a região necessita dessas duas outras dimensões que compreendem a capacidade de absorção.

$$Cap\_abs_{it} = \frac{CF_{it}}{Pat_{it}} \quad (1)$$

em que a capacidade de absorção da região  $i$  no tempo  $t$  ( $Cap\_abs_{it}$ ) é dada pela razão entre as citações feitas pela região  $i$  no tempo  $t$  a regiões externas ( $CF_{it}$ ) e o número de patentes da região  $i$  no tempo  $t$  ( $Pat_{it}$ ).

Já partindo para as variáveis explicativas, a apropriabilidade ( $Aprop_{it}$ ) é definida como a razão entre os transbordamentos de conhecimento internalizados ( $Spill_{Intern_{it}}$ ), que são o número de autocitações indiretas da região, e os transbordamentos totais ( $CR_{it}$ ), que são as citações totais recebidas pela região  $i$  no tempo  $t$ ;

$$Aprop_{it} = \frac{Spill_{Intern_{it}}}{CR_{it}} \quad (2)$$

Espera-se que, quanto maior for a capacidade da região em se apropriar dos seus investimentos em P&D, ou seja, de se apropriar dos desenvolvimentos a partir dos transbordamentos de seu próprio conhecimento tecnológico, maior os seus incentivos a investir em P&D. Sob a ótica da teoria da dupla face da P&D de Cohen e Levinthal (1989), em que os investimentos também aumentam a capacidade de absorção das firmas, a maior apropriabilidade do conhecimento das regiões aumenta a capacidade das regiões de absorver conhecimento externo.

A busca por internalização de tecnologia não foi temporalmente limitada, todas as patentes produzidas entre 1990 e 2009 foram averiguadas para a possível ocorrência de internalização entre os anos de 1991 a 2010. Por exemplo, se uma patente foi produzida em 1992, verifica-se se a patente da região foi citada entre o período de 1993 a 2010 em todas as regiões, por conseguinte, se houve uma citação, o algoritmo identifica se essa citação foi novamente absorvida pela mesma região, na geração seguinte, também no período de 1993 a 2010. As internalizações são contabilizadas desde o momento da publicação (1990) da patente até o ano 2010, para as patentes disponíveis na base de dados.

Embora não representem transbordamentos de conhecimento (JAFFE, ADAM B.; TRAJTENBERG; HENDERSON, 1993), as autocitações diretas podem indicar que a firma está acumulando conhecimento em uma determinada área do conhecimento ou trajetória tecnológica



(TRAJTENBERG; HENDERSON; JAFFE, 1997). Desse modo, os dados de autocitações podem ser medidas do quanto as firmas acumulam conhecimento em determinados campos tecnológicos (MANCUSI, 2008). Entretanto, a aplicação desse conceito para regiões pode ter um significado diferente. Regiões que se baseiam fortemente em autocitações em seu processo inovativo podem ter limitada capacidade de explorar o conhecimento externo (MUKHERJI; SILBERMAN, 2013). Neste trabalho utilizam-se as autocitações diretas como medida do quão dependente da própria trajetória a região é, ou do seu grau de *lock-in*.

A variável “originalidade” foi utilizada por Trajtenberg, Henderson e Jaffe (1993) em seu trabalho sobre apropriabilidade da pesquisa básica. Uma patente é tanto mais geral quanto mais o conhecimento gerado por ela for disseminado por diferentes campos tecnológicos. Quanto maior o índice, menos concentradas as citações recebidas em determinados campos tecnológicos e mais geral é a patente originária.

O grau de generalidade das patentes da região  $i$  no tempo  $t$  ( $\hat{G}_{it}$ ) é dado por:

$$G_{it} = 1 - \sum_{n=1}^n \left( \frac{CR_{it,n}}{CR_{it}} \right)^2 \quad (3)$$

em que  $n$  se refere às subclasses IPC das patentes,  $CR_{it,n}$  é o número de citações recebidas pela região  $i$  no tempo  $t$  a partir de patentes no campo  $n$  e  $CR_{it}$  é o número de citações totais recebidas pela patente  $i$  no período  $t$ . Para corrigir o viés de regiões que foram pouco citadas, a generalidade é estimada da seguinte forma:

$$\hat{G}_{it} = \left( \frac{CR_{it}}{CR_{it}-1} \right) G_{it} \quad (4)$$

Para a variável generalidade foram considerados todas as citações que a patente recebeu nos 5 anos seguintes a sua publicação. Esta limitação busca evitar viés nos valores. Assim, os anos de 2011 a 2015 foram excluídos do painel, para que todos os anos tenham o mesmo intervalo de construção da variável.

A medida de Generalidade está associada à produção de tecnologias do tipo *General Purpose Technology* (GPT), que são tecnologias que se conectam a diferentes aplicações e permitem o surgimento de múltiplas linhas de inovação e difusão de conhecimento. Alguns exemplos são a indústria de motores elétricos no fim do século XIX e início do século XX e a tecnologia da informação no fim do século XX (HALL; TRAJTENBERG, 2004).

A especialização das regiões em alta tecnologia é calculada seguindo um indicador de Quociente Locacional (QL) adaptado. O indicador de intensidade tecnológica das patentes da região  $i$  no período  $t$  ( $IT_{it}$ ) é dado por:

$$IT_{it} = \frac{\frac{\sum_{n=1}^{33} \text{patentes}_{n,it}}{\sum \text{patentes}_{it}}}{\frac{\sum_{n=1}^{33} \text{patentes}_{n,t}}{\sum \text{patentes}_t}} \quad (5)$$

em que  $\sum_{n=1}^{33} \text{patentes}_{n,it}$  é soma do número de patentes recebidas pela patente  $i$  no tempo  $t$  nos campos  $n$  (33 subclasses de alta tecnologia) e  $\sum \text{patentes}_{it}$  o número total de patentes da região  $i$  no período  $t$ .  $\sum_{n=1}^{33} \text{patentes}_{n,t}$  é a soma das patentes de alta tecnologia de todas as regiões no tempo  $t$  e  $\sum \text{patentes}_t$  a soma de todas as patentes no período  $t$ . As subclasses consideradas de alta tecnologia são as de computadores e equipamentos automatizados, aviação, engenharia genética, *lasers*, semicondutores e tecnologia de comunicação.

A especialização em tecnologias mais sofisticadas pode revelar que as regiões são líderes em determinadas tecnologias de alta intensidade tecnológica, já que possuem elevada especialidade nessas classes de patentes. A produção de conhecimento altamente intensivo em tecnologia requer elevado grau de conhecimento acumulado e investimento em P&D, o que, por um lado, indica a formação de elevada capacidade de absorção. Por outro lado, a especialização tecnológica também pode levar a uma baixa utilização de conhecimento externo. Desse modo, a variável IT pode apresentar sinal positivo ou negativo em relação à variável proposta de capacidade de absorção de conhecimento.

As citações para frente das patentes, ou seja, as citações recebidas pelas patentes, são consideradas como um indicativo da qualidade dessas patentes. As patentes que recebem um grande número de citações possuem elevada importância tecnológica para o desenvolvimento de

tecnologias subsequentes e também são consideradas de maior valor econômico (SQUICCIARINI; DERNIS; CRISCUOLO, 2013).

O índice de qualidade das patentes da região, também proposto neste trabalho, foi criado sob a hipótese de que regiões que geram mais transbordamentos de conhecimento, medidos pelas citações para frente de patentes, relativamente ao número de patentes que possuem, são as que apresentam patentes de maior qualidade. Por isso, o índice de qualidade das patentes da região  $i$  no tempo  $t$  ( $Q_{it}$ ) é a razão entre o número de citações para recebidas pelas patentes da região  $i$  no tempo  $t$  ( $CR_{it}$ ) sobre o número total de patentes da região  $i$  no tempo  $t$  ( $Pat_{it}$ ).

$$Q_{it} = \frac{CR_{it}}{Pat_{it}} \quad (6)$$

Dado que as patentes de maior qualidade indicam tecnologias de maior valor econômico e de maior importância para o desenvolvimento futuro de inovações tecnológicas, espera-se que regiões com maior valor para o indicador de qualidade de suas patentes apresentem também maior capacidade de absorção.

Além das variáveis de interesse, alguns controles regionais são necessários para captar os efeitos de variáveis importantes para o modelo proposto.

O nível educacional da mão-de-obra disponível na região também foi considerado. Considera-se que regiões com mais alta qualificação da força de trabalho possuem maior capacidade de absorver conhecimento externo como um todo, dada a maior capacidade de aprendizado da força de trabalho. A variável utilizada para medir a qualificação da força de trabalho da região  $i$  no período  $t$  ( $Educ_{it}$ ) foi a razão entre o número de pessoas com ensino terciário e a população com idade maior que quinze anos.

Para medir o quão dinâmica a região é, considerou-se a proporção das pessoas maiores de 15 anos na região que estavam empregadas. Se essa razão ( $Emp_{it}$ ) é elevada, a região é possivelmente uma área de economia dinâmica e possui maior capacidade de absorver conhecimento externo.

Outro controle considerado importante para o modelo foi o número de patentes das regiões ( $Pat_{it}$ ). Espera-se que quanto maior o número de patentes da região  $i$  no período  $t$ , maior a capacidade de inovar da região e maior sua capacidade de absorção.

Por fim, algumas patentes levam em média mais ou menos tempo para começarem a ser citadas. Essa diferença pode ser controlada por uma variável que capte o tempo médio que as patentes da região levam para serem citadas desde o momento de seu depósito. Portanto, a variável utilizada nesse trabalho ( $Gapcit_{it}$ ) consiste na média do intervalo de tempo entre o depósito e a citação da patente, no período  $t$ , da região  $i$  em um intervalo de 5 anos.

Essa análise será feita para as regiões da amostra no período de 2000 a 2010, em uma estrutura de dados em painel. Os testes utilizados para a especificação do modelo serão o teste F de Chow, que fornece a melhor escolha entre um modelo Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para dados em painel (*Pooled OLS*) e de efeitos fixos (EF), por meio da verificação de equivalência entre os estimadores dos dois modelos; o teste de Breusch-Pagan, que indica qual o melhor modelo entre o *Pooled OLS* e o de efeitos aleatórios (EA) e o teste de Hausman (1978), que confronta os modelos de EF e EA, indicando qual a melhor especificação.

Para verificar a existência de heterocedasticidade será aplicado o teste de Wald (WOOLDRIDGE, 2002), que tem como hipótese nula a homocedasticidade dos erros. A autocorrelação serial não é um problema para modelos curtos de dados em painel, entretanto, o teste de Wooldridge (2002) para correlação serial também será utilizado.

A opção pelo modelo de efeitos fixos é a mais apropriada quando a análise compreende um número determinado de setores ou firmas e realizam-se inferências restritas ao comportamento desse conjunto. Já um número muito grande de firmas ou indivíduos, considerados uma amostra aleatória da população, faria com que a escolha do modelo de efeitos aleatórios fosse mais adequada (HSIAO, 2003).

Os determinantes da capacidade de absorção regional são investigados, por fim, pelo seguinte modelo:

$$\begin{aligned} \ln Cap_{abs_{it}} = & \beta_0 + \beta_1 \hat{G}_{it} + \beta_2 IT_{it} + \beta_3 Q_{it} + \beta_4 Gapcit_{it} + \beta_5 Educ_{it} + \beta_6 Emp_{it} + \\ & \beta_7 Lock_{in_{it}} + \beta_8 Lock_{in^2_{it}} + \beta_9 Aprop_{it} + \beta_{10} Pat_{it} + a_i + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (7)$$

em que o subscrito  $i$  indica a região e o subscrito  $t$  indica o ano da análise;  $\beta_0$  a  $\beta_9$  são os parâmetros a serem estimados;  $\ln Cap_{abs_{it}}$  é a variável dependente do modelo, o logaritmo da capacidade de absorção de conhecimento;  $\hat{G}_{it}$ ,  $IT_{it}$ ,  $Q_{it}$ ,  $Gapcit_{it}$ ,  $Educ_{it}$ ,  $Emp_{it}$ ,  $Lock_{in_{it}}$ ,  $Lock_{in^2_{it}}$ ,  $Aprop_{it}$  e  $Pat_{it}$  são as variáveis explicativas;  $a_i$  são os efeitos individuais; e  $\varepsilon_{it}$  representa o termo de erro.

As estatísticas descritivas são mostradas nas Tabelas 1, 2 e 3. Elas mostram as principais características estatísticas das regiões da amostra completa (Tabela 1), da amostra das regiões com maior intensidade tecnológica (Tabela 2) e de menor intensidade tecnológica (Tabela 3). A intensidade tecnológica é medida por um quociente locacional das patentes de alta intensidade tecnológica, sendo que as regiões menos intensivas em tecnologia são as do menor quartil do quociente calculado e as de maior intensidade tecnológica são os do maior quartil.

A média do número de patentes de regiões de elevada intensidade tecnológica é de 136,4, enquanto a média das regiões de baixa IT é de 11,78 patentes – número muito inferior à média total, de 52,3 patentes por região. As estatísticas descritivas também apontam que as regiões com maior geração de conhecimento básico, ou seja, maior generalidade, são aquelas do quartil de maior intensidade tecnológica. As regiões de maior intensidade tecnológica também realizam mais autocitações das suas patentes, em relação às de baixa intensidade tecnológica.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas para a amostra completa de regiões

Variável	Obs.	Média	Desv. Pad.	Mín.	Máx.
Capacidade de absorção ( <i>Cap_abs</i> )	2937	1,828	1,401	0	38
Apropriabilidade ( <i>Aprop</i> )	2937	0,001	0,017	0	0,634
Autocitações ( <i>Lockin</i> )	2937	19,1985	96,20182	0	3966
Número de patentes ( <i>Pat</i> )	2937	52,301	90,82	1	1234
Generalidade ( $\hat{G}$ )	2937	0,328	0,395	0	2
Qualidade das patentes ( <i>Q</i> )	2937	0,217	0,282	0	3,579
Tempo médio entre citação e publicação da patente ( <i>Gapcit</i> )	2937	2,64	1,478	0	5
Educação terciária (% da força de trabalho) ( <i>Educ</i> )	2937	24,549	13,645	0	78,8
Empregos (% da população) ( <i>Emp</i> )	2937	50,672	15,825	0	87,8

Fonte: Elaboração própria com a utilização do Software Stata 15.

Tabela 2: Estatísticas descritivas das regiões de maior intensidade tecnológica

Variável	Obs.	Média	Desv. Pad.	Mín.	Máx.
Capacidade de absorção ( <i>Cap_abs</i> )	730	1,922	1,059	0,613	8,969
Apropriabilidade ( <i>Aprop</i> )	730	0,003	0,019	0	0,274
Autocitações ( <i>Lockin</i> )	730	58,821	186,323	0	3966
Número de patentes ( <i>Pat</i> )	730	136,405	146,955	4	1234
Generalidade ( $\hat{G}$ )	730	0,467	0,314	0	2
Qualidade das patentes ( <i>Q</i> )	730	0,235	0,229	0	3,086
Tempo médio entre citação e publicação da patente ( <i>Gapcit</i> )	730	3,196	0,697	0	5
Educação terciária (% da força de trabalho) ( <i>Educ</i> )	730	29,941	13,303	0	71,1
Empregos (% da população) ( <i>Emp</i> )	730	51,391	15,556	0	79,6

Fonte: Elaboração própria com a utilização do Software Stata 15.

Tabela 3: Estatísticas descritivas das regiões de menor intensidade tecnológica

Variável	Obs.	Média	Desv. Pad.	Mín.	Máx.
Capacidade de absorção ( <i>Cap_abs</i> )	850	1,631	1,702	0	38
Apropriabilidade ( <i>Aprop</i> )	850	0	0	0	0
Autocitações ( <i>Lockin</i> )	850	2,618	4,725	0	75
Número de patentes ( <i>Pat</i> )	850	11,78	11,441	1	129
Generalidade ( $\hat{G}$ )	850	0,216	0,415	0	2
Qualidade das patentes ( <i>Q</i> )	850	0,204	0,339	0	3,579
Tempo médio entre citação e publicação da patente ( <i>Gapcit</i> )	850	2,045	1,818	0	5
Educação terciária (% da força de trabalho) ( <i>Educ</i> )	850	20,068	12,38	0	77,1
Empregos (% da população) ( <i>Emp</i> )	850	49,668	16,908	0	87,8

Fonte: Elaboração própria com a utilização do Software Stata 15.

Dividir a variável dependente - a capacidade de absorção de conhecimento externo - em quartis permite analisar quais regiões compõem os grupos distintos e suas características. Primeiro, calculou-se a média da capacidade de absorção de todas as regiões no período de 2000 a 2010 e depois dividiu-se a amostra em quatro quartis dessa média.

Na Tabela 4 são destacadas as vinte regiões com maior capacidade de absorção média no período de 2000 a 2010. Como observado nas tabelas de estatísticas descritivas anteriores, algumas regiões com poucas patentes e baixa capacidade inovadora apresentam elevado valor para a variável de capacidade de absorção por apresentarem baixo denominador (número de patentes) e

elevado numerador (citações a regiões externas). Entretanto, quando se considera a média no período, as regiões captadas são consideradas regiões inovadoras.

Tabela 4 - Regiões com maior capacidade de absorção

Ordem	NUTS-2	Nome da região	País	Cap. Abs.	IT	Nº de patentes
1	US24	Maryland	EUA	3.439	0.004	645
2	JPC0	Northern-Kanto, Koshin	Japão	3.229	0.007	918
3	US37	North Carolina	EUA	3.017	0.013	1187
4	DK01	Hovedstaden	Dinamarca	2.974	0.008	1546
5	CA59	British Columbia	Canadá	2.942	0.002	321
6	UKH2	Bedfordshire and Hertfordshire	Reino Unido	2.941	0.003	645
7	ITI1	Toscana	Itália	2.923	0.001	405
8	US25	Massachusetts	EUA	2.830	0.021	2719
9	CN01	Beijing	China	2.771	0.004	269
10	UKH3	Essex	Reino Unido	2.757	0.001	474
11	US34	New Jersey	EUA	2.747	0.013	2559
12	US08	Colorado	EUA	2.661	0.005	571
13	US29	Missouri	EUA	2.661	0.002	456
14	CN09	Shanghai	China	2.609	0.002	268
15	US42	Pennsylvania	EUA	2.578	0.009	1861
16	UKJ1	Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire	Reino Unido	2.569	0.006	1277
17	US53	Washington	EUA	2.505	0.020	1068
18	BE23	Flandres Oriental	Bélgica	2.450	0.001	375
19	DEB3	Rheinessen-Pfalz	Alemanha	2.445	0.004	2466
20	AU02	Victoria	Austrália	2.396	0.002	292

Fonte: Elaboração própria.

Entre as regiões do maior quartil de capacidade de absorção, as mais especializadas em patentes de alta tecnologia são as regiões destacadas na Tabela 5. Entre elas estão polos tecnológicos como o Vale do Silício na Califórnia (EUA), Darmstadt (Alemanha), Massachusetts (EUA), Northern-Kanto, Koshin (Japão) que inclui a grande área de Tóquio e Beijing (China). Essas regiões são, portanto, não apenas especializadas na geração de conhecimento de alta tecnologia, como receptoras de conhecimento tecnológico gerado externamente.

Tabela 5 - Regiões com maior intensidade tecnológica entre as de maior capacidade de absorção

Ordem	NUTS-2	Nome da região	País	Cap. Abs.	IT	Nº de patentes
1	US06	Califórnia	EUA	2.323	0.126	8893
2	US25	Massachusetts	EUA	2.830	0.021	2719
3	US53	Washington	EUA	2.505	0.020	1068
4	UKH1	East Anglia	Reino Unido	2.094	0.017	1221
5	US48	Texas	EUA	2.099	0.016	2133
6	US37	North Carolina	EUA	3.017	0.013	1187
7	US34	New Jersey	EUA	2.747	0.013	2559
8	US42	Pennsylvania	EUA	2.578	0.009	1861
9	DK01	Hovedstaden	Dinamarca	2.974	0.008	1546
10	DE71	Darmstadt	Alemanha	2.346	0.008	3090
11	JPC0	Northern-Kanto, Koshin	Japão	3.229	0.007	918
12	US13	Georgia	EUA	2.300	0.006	677
13	UKJ1	Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire	Reino Unido	2.569	0.006	1277
14	IL04	Central District	Israel	2.122	0.005	711
15	US08	Colorado	EUA	2.661	0.005	571
16	UKJ3	Hampshire and Isle of Wight	Reino Unido	2.056	0.005	550
17	US24	Maryland	EUA	3.439	0.004	645
18	CN01	Beijing	China	2.771	0.004	269
19	US09	Connecticut	EUA	2.188	0.004	1203
20	CA24	Quebec	Canadá	2.035	0.004	567

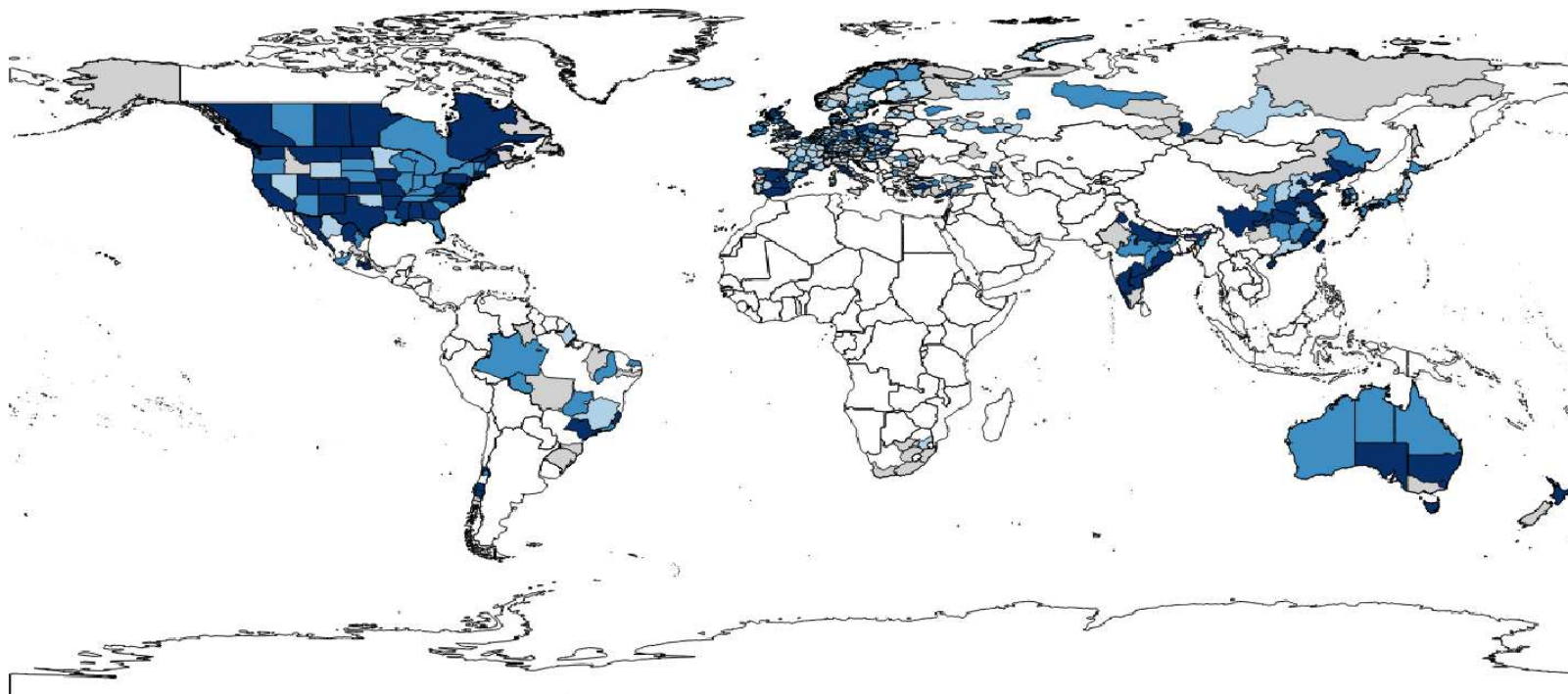
Fonte: Elaboração própria.

Para subsidiar a análise do caso de regiões que são receptoras de conhecimento e também líderes tecnológicas em determinados campos tecnológicos, de modo que se autocitam em maior proporção e também possuem habilidade de utilizar amplamente o conhecimento externo, a interação entre as duas variáveis que captam esses dois comportamentos da região é útil.

Os mapas mostrados nas Figuras 1 e 2 indicam a distribuição geográfica da capacidade de absorção entre as regiões da amostra. No primeiro mapa (Figura 1) estão todas as regiões analisadas. No segundo (Figura 2) a Europa é mostrada em maior aproximação. As cores do mapa se referem aos quartis da capacidade de absorção das regiões. As regiões em cinza são as do menor quartil e as azuis escuras, do maior. As regiões em branco não fazem parte da amostra de dados.



Figura 1 - Regiões por quartil de capacidade de absorção no período 2000-2010

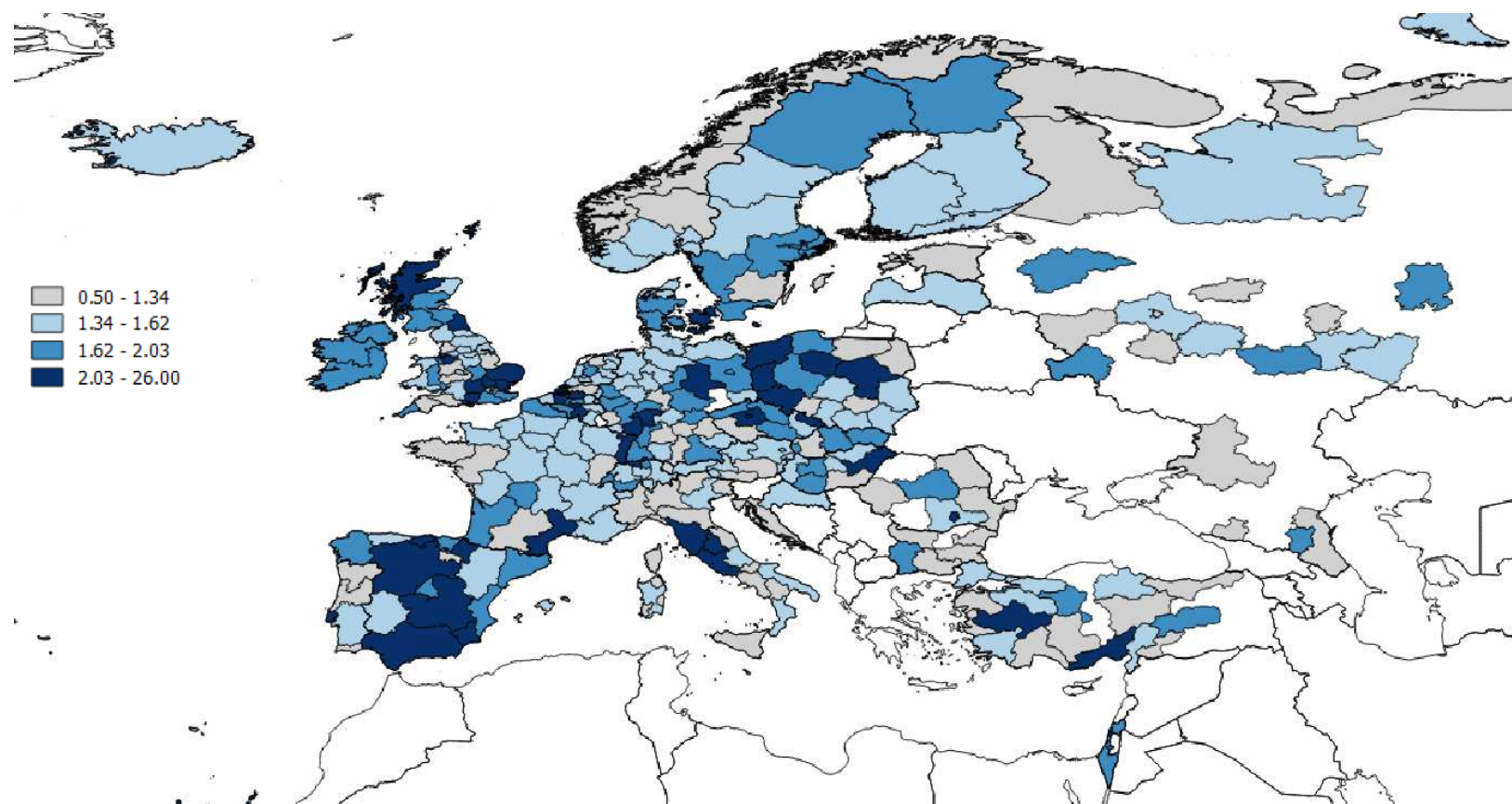


Nota: 1) Na legenda, cada cor se refere a um quartil da variável de capacidade de absorção – do menor para o maior.

2) As regiões em branco não fazem parte da amostra.

Fonte: Elaboração própria utilizando o Software QGIS 2.18.0.

Figura 2 - Regiões da Europa por quartil de capacidade de absorção no período 2000-2010



Nota: 1) Na legenda, cada cor se refere a um quartil da variável de capacidade de absorção – do menor para o maior. 2) As regiões em branco não fazem parte da amostra.

Fonte: Elaboração própria utilizando o Software QGIS 2.18.0.

## 2.4 RESULTADOS

Os resultados da estimação em dados em painel permitem avaliar a relação existente entre a capacidade de absorção de conhecimento regional e as características da região em termos do seu conhecimento gerado.

A variável dependente utilizada consiste no logaritmo da razão entre o número de citações a regiões externas feitas pelas regiões originárias e o número total de patentes dessas regiões. A construção de uma variável para representar a capacidade de absorção aqui proposta tem como base a ideia de que, para que ocorra o pedido de patente o conhecimento está sendo de fato explorado para a geração de novos conhecimentos. Se um elevado percentual de conhecimento externo utilizado pela região se reflete em pedidos de patentes, essa região provavelmente tem um desempenho elevado em sua capacidade de identificar, assimilar e, finalmente, explorar o conhecimento externo.

A estimação foi feita utilizando erros-padrão robustos clusterizados, como forma de tratar o problema de heterocedasticidade presente nos dados indicado pelo teste de Wald. O teste de Wooldridge para autocorrelação de primeira ordem apontou para a não rejeição da hipótese nula de ausência de autocorreção. As estatísticas dos testes de autocorrelação de Wooldridge e de heterocedasticidade de Wald são apresentados na Tabela 6. Também são mostrados na Tabela 6 os resultados dos testes de especificação de Chow, Breusch-Pagan e Hausman. Esses testes apontaram para a utilização do modelo de Efeitos Fixos.

As variáveis de interesse do modelo são o grau de apropriabilidade (Aprop), a especialização das patentes da região em alta tecnologia (IT), o grau de dependência do próprio conhecimento (Lock-in) e o tipo do conhecimento gerado pela região, se básico ou aplicado, medido pelas variáveis originalidade (O) e generalidade (G). Elas refletem o tipo de conhecimento gerado pela região. Delas, pode-se extrair informações que indiquem o caminho das regiões que mais possuem capacidade de absorver conhecimento externo e inovar.

A apropriabilidade (Aprop), medida pelo percentual de autocitações indiretas sobre o número total de citações, apesar de apresentar coeficientes positivos, não parece afetar a capacidade de absorção. Esse resultado pode ter sido afetado pelo baixo número de ocorrências de autocitações indiretas na amostra. A apropriabilidade indica que a região possui maiores incentivos para investir em P&D e, portanto, maior capacidade de absorver conhecimento externo. Segundo

Mancusi (2008), a capacidade de absorção para uma indústria e país depende da experiência passada da região em P&D e pode ser medida pelas autocitações de patentes. E as autocitações indiretas apontam para a capacidade de internalizar os subsequentes desenvolvimentos frutos de sua inovação (BELENZON, 2006).

Tabela 6 - Modelos de dados em painel para a capacidade de absorção regional (2000-2010)

Variável dependente: Capacidade de absorção (log)			
	Pooled	Ef. Aleatórios	Ef. Fixos
Apropriabilidade ( <i>Aprop</i> )	0.125 (0.201)	0.01 (0.145)	0.068 (0.165)
QL de patentes de alta tecnologia ( <i>IT</i> )	-6.95*** (0.72)	-7.865*** (1.201)	-1.487 (1.103)
Lock-in ( <i>Lock<sub>in</sub></i> )	1.529*** (0.276)	1.54*** (0.575)	1.253** (0.611)
Lock-in <sup>2</sup> ( <i>Lock<sub>in</sub><sup>2</sup></i> )	- 0.306*** (0.062)	-0.307** (0.129)	-0.026** (0.125)
Número de patentes ( <i>Pat</i> )	0** (0)	0.001* (0)	0.001*** (0.001)
Originalidade ( $\hat{O}$ )	0.334*** (0.034)	0.327*** (0.043)	0.314*** (0.044)
Generalidade ( $\hat{G}$ )	0.038** (0.016)	0.027* (0.015)	0.017 (0.016)
Qualidade das patentes ( <i>Q</i> )	0.159*** (0.029)	0.125*** (0.027)	0.075** (0.029)
Tempo médio entre citação e publicação da patente ( <i>Gapcit</i> )	-0.005 (0.004)	-0.004 (0.004)	-0.002 (0.005)
Educação terciária (em % da força de trabalho) ( <i>Educ</i> )	0.003*** (0)	0.004*** (0.001)	0.009*** (0.002)
Empregos (em % da população) ( <i>Emp</i> )	0 (0)	0.001 (0.001)	0.001* (0.001)
Constante	0.519*** (0.036)	0.485*** (0.054)	0.297*** (0.075)
Observações	2937	2937	2937
R <sup>2</sup>	0.164	0.177	0.189
Teste de Chow (F)	80,30 (0,000)***		
Teste de Breusch-Pagan (chibar2)	0,00 (1,000)		
Teste de Hausman (chi2)	-587,53		
Teste de Wooldridge (F)	0,120 (0,73)		
Teste de Wald (chi2)	83,40 (0,00)***		

Nota: Desvio padrão entre parênteses; \*\*\*significante a 1%; \*\*5%, \*10%.

Fonte: Elaboração própria com a utilização do Software Stata 15.

A especialização da produção inovativa da região em patentes de alta tecnologia (IT), com sinal negativo em todos os modelos, não afeta a capacidade de absorção no modelo de efeitos fixos. O sinal negativo indica que quanto maior a especialização em determinadas áreas, altamente

intensivas em tecnologia, menor a capacidade de absorver conhecimento externo. Nesse caso, as regiões especialistas em patentes altamente tecnológicas são provavelmente líderes inovadoras. Essas regiões podem se basear menos no conhecimento gerado externamente justamente por serem elas mesmas as referências na fronteira do conhecimento que produzem.

O *lock-in* das regiões se relaciona significativa e positivamente com a capacidade de absorção em todos os modelos e, sua forma quadrática, negativamente. Essa dinâmica pode indicar que a capacidade de absorção está ligada positivamente ao acúmulo de conhecimento interno, mas a partir de um certo nível de dependência desse conhecimento interno as regiões se tornam de certo modo aprisionadas na utilização do conhecimento produzido internamente e perdem capacidade de absorção. Como em Nelson e Winter (1982), é natural que o processo inovativo parta do conhecimento acumulado internamente, mas quanto maior essa dependência, mais path-dependent é a firma, ou região.

A Originalidade (O) tem impacto positivo e significativo em todos os modelos apresentados na Tabela 6. Já a Generalidade (G), também com sinal positivo, não é significativa no modelo de efeitos fixos. As duas medidas são utilizadas na literatura como medidas do quão básicas são as patentes (COHEN; LEVINTHAL, 1989) e, portanto, medem o quão básico é o conhecimento gerado pelas regiões.

Como a variável de originalidade é baseada nas citações para trás, em áreas tecnológicas diversas, esse resultado também pode apontar para a maior variedade relacionada das regiões. Ou seja, quanto mais a região utiliza conhecimentos de diferentes campos tecnológicos para gerar inovação, mais variedade relacionada essa região possui. Com maior variedade relacionada, maior a probabilidade de que essa região seja capaz de absorver e explorar conhecimento externo.

As medidas de generalidade e originalidade estão associadas à produção de tecnologias do tipo *General Purpose Technology* (GPT) (HALL; TRAJTENBERG, 2004) e indicam, portanto, regiões que são geradoras de tecnologias que se conectam a diferentes aplicações e permitem o surgimento de diversas linhas de inovação e difusão de conhecimento. Nesse sentido, quanto mais pesquisa básica e quanto mais conhecimento básico gerado pela região, maiores são as possibilidades de absorção de conhecimento externo.

As variáveis de qualidade das patentes (Q), percentual da força de trabalho com educação terciária (Educ), número de patentes (Pat), tempo médio entre citação e publicação da patente

(Gapcit) e empregos em % da população (Emp) são variáveis de controle do modelo e os sinais seguem o esperado.

A qualidade das patentes é positivamente relacionada à capacidade de absorção, o percentual da força de trabalho com educação terciária (Educ) também é positivamente e significativamente relacionado com a capacidade de absorção. Essa variável sugere que regiões com mais mão-de-obra qualificada possuem maior capacidade de absorver conhecimento externo, devido à maior capacidade dos trabalhadores envolvidos no processo inovativo de identificarem, assimilarem e explorarem conhecimento externo, agindo como *gatekeepers*.

## 2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise aqui desenvolvida, que implicou na construção de variáveis baseadas nos dados fornecidos no pedido de patente, algumas relações entre a capacidade de absorção de conhecimento regional foram investigadas. A capacidade de absorção foi medida pela razão entre as citações a patentes externas e o número de patentes da região para que refletisse o potencial de exploração efetiva do conhecimento obtido externamente pelas regiões.

Para que uma região seja capaz de absorver o conhecimento advindo de regiões externas, parece ser relevante que ela possua alguns fatores internos específicos em termos de seu conhecimento. Regiões produtoras de conhecimento básico e que se baseiam em vários tipos de conhecimento para gerar esse conhecimento, têm maior potencial de absorver conhecimento externo, assim como aponta a literatura que já analisou as relações entre o conhecimento básico e o aproveitamento de transbordamentos. Como a variável de originalidade é baseada nas citações para trás da região em áreas tecnológicas diversas, seu coeficiente positivo e significativo também pode apontar para a maior variedade relacionada das regiões. Ou seja, quanto mais a região utiliza conhecimentos de diferentes campos tecnológicos para gerar inovação, mais variedade relacionada essa região possui. Com maior variedade relacionada, maior a probabilidade de que essa região seja capaz de absorver e explorar conhecimento externo.

Além disso, regiões especialistas em determinadas áreas tecnológicas possuem menor capacidade de absorção. Apesar de haver uma relação positiva entre o lock-in e a capacidade de absorção em um primeiro momento, o que aponta para os efeitos positivos já explorados na literatura entre a acumulação de conhecimento e capacidade de absorção, a partir de determinado

ponto de dependência do conhecimento acumulado internamente essa relação se torna negativa, possivelmente apontando para a perda de dinamismo de regiões com elevada path-dependency.

De uma maneira geral, regiões que possuem bases internas de conhecimento tecnológico diversificado e básico tendem a criar maiores possibilidades de conexão com o conhecimento externo e de, portanto, gerar conhecimento inovador por meio de sua capacidade de absorção.



### **3 PATH DEPENDENCE E LOCK-IN REGIONAL – UMA ANÁLISE UTILIZANDO AUTOCITAÇÕES**

#### **RESUMO**

O processo inovativo é, por natureza, dependente da trajetória. Isso porque o conhecimento acumulado pelas firmas é o que garante a capacidade de gerar novas ideias, produtos, serviços e processos, e também fortalece a sua capacidade de absorção de conhecimento externo. Se esse processo de dependência da trajetória se torna muito acirrado, pode denotar a ocorrência de um fenômeno de lock-in, em que o agente está preso em seu próprio modo de fazer ou no escopo do conhecimento que já possui, não se apoiando em conhecimento externo. Este artigo propõe o uso das autocitações de patentes para medir o grau de path-dependence e lock-in de regiões, tendo em vista que as autocitações podem revelar um processo de acumulação de conhecimento interno. Para tanto, o modelo binomial negativo em painel é empregado. Os resultados indicam uma relação positiva entre a produção de conhecimento mais básico e o lock-in. Além disso, há uma relação negativa entre a qualidade das patentes da região, o nível educacional da força de trabalho, a diversidade tecnológica e o lock-in. A literatura existente aponta um papel de gerar estagnação econômica do fenômeno de lock-in e, nesse sentido, os resultados permitem realizar inferências sobre as especificidades regionais que poderiam contribuir para reverter tal processo.

**Palavras-chave:** Dependência da Trajetória. Lock-in. Autocitações.

### 3.1 INTRODUÇÃO

As dinâmicas de *path dependence* e de *lock-in* são, segundo a visão evolucionária, importantes dimensões para a análise de diferença adaptativa de regiões (BOSCHMA, RON A.; FRENKEN, 2006; BOSCHMA, RON; LAMBOOY, 1999). A Nova Geografia Econômica também trata do *path dependence* como um dos equilíbrios possíveis e de resultados subótimos gerados pelo processo de *lock-in* (BOSCHMA, RON A.; FRENKEN, 2006). Na perspectiva evolucionária, *clusters* podem sofrer declínio econômico quando apresentam comportamento “míope”, bem como podem limitar a atividade inovativa de suas empresas, já que a capacidade de absorver transbordamentos de conhecimento externo é limitada (BOSCHMA, RON; MARTIN, 2007).

Os transbordamentos ocorrem pela imperfeita apropriabilidade do conhecimento de firmas e regiões, permitindo alavancar a inovação das regiões que os absorvem. A habilidade das firmas de identificar, assimilar e explorar o conhecimento externo, a capacidade de absorção (COHEN; LEVINTHAL, 1989) é definida da mesma maneira para regiões (CARAGLIU; NIJKAMP, 2008). Essa habilidade pode ser afetada pelas instituições, geografia e pelas interações entre inventores e firmas da região e fora dela (AGRAWAL; COCKBURN; ROSELL, 2009).

Além disso, as firmas e regiões têm sua capacidade de absorção determinada pelo seu acúmulo de conhecimento. Desse modo, a capacidade de inovar das regiões é diretamente afetada pela capacidade de absorção, uma vez que o processo inovativo depende do aprendizado e do conhecimento interno e externo (COHEN; LEVINTHAL, 1990a). Portanto, a atividade de P&D realizada pelas firmas determina sua capacidade de absorver conhecimento tecnológico externo, além de ser um ponto de partida natural para novas pesquisas, uma vez que o processo inovativo é permeado de incertezas e resultados de pesquisas anteriores se tornam naturalmente um ponto de referência. As firmas são, portanto, naturalmente dependentes de sua trajetória.

Em geral, as citações de patentes indicam que os inventores se utilizaram de conhecimento gerado anteriormente para a sua invenção. Esse conhecimento pode ser adquirido de firmas e organizações externas à região (inter-regionais) ou de suas próprias patentes anteriores (intrarregionais). Desse modo, a análise de dados de citações de patentes evidencia a dinâmica do conhecimento no tempo entre unidades geográficas e campos tecnológicos (HU; JAFFE, 2003; NAGAOKA; MOTOHASHI; GOTO, 2010).

As citações feitas pelo próprio inventor ou unidade econômica não constituem transbordamentos de conhecimento (JAFFE, ADAM; TRAJTENBERG; HANDERSON, 1993). Porém, podem indicar que a região se apropria de seus próprios retornos de investimento em P&D e também que a unidade econômica em questão está realizando um processo de acumulação de conhecimento em uma determinada área ou trajetória tecnológica (HALL; JAFFE; TRAJTENBERG, 2001).

Alguns autores utilizam as autocitações como forma de analisar firmas com tecnologias *path-dependent* (KIM; SONG, 2007a; ROSENKOPF; NERKAR, 2001; SONG; ALMEIDA; WU, 2003; SØRENSEN; STUART, 2000). Medidas de alianças entre firmas também podem ser utilizadas para explorar a trajetória *path-dependent* (KIM; SONG, 2007a; SOYER, 2012), já que as alianças com outras empresas tendem a amenizar o processo de *lock-in* negativo, principalmente quando essas alianças são feitas entre firmas de diferentes campos tecnológicos (SOYER, 2012).

Esse capítulo propõe a utilização das autocitações de patentes, como uma medida de *path dependence* e *lock-in* regional, para analisar determinantes selecionados sobre a dinâmica regional de autocitação.

Setores altamente especializados têm menores custos de acesso ao conhecimento devido ao contato entre pessoas ou outras forças culturais, podendo tornar as autocitações mais prováveis de ocorrerem. Regiões economicamente dominadas pela atividade de uma única grande empresa são também ainda mais propensas a se autocitarem. Esse pode ser um fenômeno que faz com que a “criatividade” tecnológica local seja limitada, de modo que os benefícios do conhecimento externo não são aproveitados, o que afeta negativamente a produtividade e o crescimento econômico dessas localidades (AGRAWAL; COCKBURN; ROSELL, 2009).

### 3.2 REFERENCIAL TEÓRICO

A dependência da trajetória (*path-dependence*) é um processo cujo resultado é uma consequência da própria história ou desenrolar do processo. O conceito pode ser aplicado desde a fenômenos da biologia evolutiva ou física, até às dinâmicas da sociedade que envolvem ciclos de auto-reforço, os loopings de feedback positivos (DAVID, 2005).

Na literatura econômica há, basicamente, três versões principais do conceito de dependência da trajetória: o *lock-in* tecnológico, de Paul David, os retornos crescentes dinâmicos, de Brian Arthur, e a histerese institucional, de Douglas North e Mark Setterfield.

A ideia de *lock-in* tecnológico é frequentemente associada à chamada economia QWERTY de Paul David, que argumentou que eventos históricos deram ao teclado QWERTY uma liderança inicial no mercado no final da década de 1860 até o início da década de 1870. Ocorre que as primeiras máquinas de escrever adotaram a configuração QWERT nas teclas da sua primeira fileira para resolver um problema de emperramento, já que os pares mais comuns de letras eram posicionados de modo que, ao serem pressionadas as teclas, as barras tocariam em lados diferentes da máquina.

Outros modelos mais eficientes de máquinas de escrever surgiram com o tempo, mas devido à liderança já estabelecida pela configuração QWERT, esses outros modelos não foram um sucesso de mercado. Além da vantagem competitiva pela diminuição de custo marginal da produção de unidades adicionais, a utilização costumeira pelos datilógrafos tornava o uso continuado do teclado cada vez mais eficiente e aumentava os custos de transição para uma nova configuração. Nesse sentido, a utilização do modelo QWERT é dependente da trajetória devido a um autorreforço dos retornos crescentes, que até os dias atuais faz com que esse seja o padrão de teclados em dispositivos eletrônicos, como computadores e smartphones – um processo de *lock-in* tecnológico (DAVID, 1985).

Reconhecer a dependência da trajetória é reconhecer que o que ocorreu em um ponto passado afetará os resultados futuros, e com determinado grau de inércia (NOOTEBOOM, 1997; SEWELL, 1990). Nesse sentido, dado que determinada opção é selecionada, se torna progressivamente mais difícil retornar a um ponto em que múltiplas alternativas de decisões e resultados ainda eram possíveis (MAHONEY, 2000).

O conceito de *path dependence* é muitas vezes confundido com um conceito similar, o de *lock-in*. O *lock-in* é uma propriedade de sistemas dinâmicos que se refere a uma excessiva inércia do sistema ou fenômeno, em que se compromete a capacidade de mudança ou reversão da trajetória e os indivíduos se tornam “presos” a determinadas tecnologias, indústrias ou regimes institucionais. Nem todos os sistemas dependentes da trajetória se tornam presos dessa maneira, embora os conceitos de *path dependence* e *lock-in* sejam complementares, enfatizando a atividade econômica como tendo padrões historicamente sequenciais. A ocorrência do *lock-in* é uma espécie

de ponto de equilíbrio subótimo, estabelecido por um processo de dependência da trajetória (SETTERFIELD, 1997).

Os processos que causam dependência da trajetória gradualmente vão causando inércia, que por fim se converte em um processo de lock-in, em que a atividade econômica tem seus padrões presos em, por exemplo, tecnologias dominantes ou em concentrações espaciais de atividades industriais (ARTHUR, 1989, 1994).

A literatura comumente identifica a dependência da trajetória com base na observação empírica do comportamento continuado dos agentes econômicos em cenários onde as condições do ambiente de negócios mudaram drasticamente. Isso resulta, por exemplo, na persistência de estruturas industriais ou institucionais regionais (BATHELT, HARALD; BOGGS, 2003; GRABHER, 1993; HASSINK, 2005; MEYER-STAMER, 1998).

Grabher (1993) estudou a dependência da trajetória na região de Ruhr na Alemanha e distinguiu entre o lock-in cognitivo, funcional e político. Segundo ele, o processo de lock-in fez com que a indústria do aço e carvão de Ruhr desconsiderasse as mudanças que ocorriam no mercado internacional na década de 1970, que favorecia os países com salários baixos.

Meyer-Stamer (1998) e Bathelt e Boggs (2003) descobriram que a abertura de um sistema econômico regional anteriormente fechado à competição internacional (clusters brasileiros de têxteis e engenharia de metal e cluster editorial de Leipzig) não causou necessariamente um comportamento adaptativo rápido por parte de empresas de cluster estabelecidas e, eventualmente, levou ao declínio desses setores.

Bathelt (2001) descreveu como a região da Rota 128 de Boston se fechou em suas próprias tecnologias e rotinas e estava sujeita a ficar presa em uma trajetória tecnologicamente ineficiente (BATHELT, H., 2001; KENNEY; VON BURG, 1999).

Para North (1990), as instituições no presente determinam as instituições futuras. Ele estende o conceito de *path-dependence* tecnológico para a análise da mudança institucional, tendo ambos como plano de fundo, os retornos crescentes que acabam por determinar a escolha dos padrões tecnológicos e institucionais que se consolidam. Em essência, o path dependence se concentra na análise do histórico das instituições para explicar o seu estado atual e prever o seu comportamento futuro.

Inglaterra e Espanha tiveram passados institucionais bem distintos. Na Inglaterra, o passado feudal antecipou um sistema de parlamentarismo que negociava com a monarquia as taxas

de tributação e reforçava o conceito de direito de propriedade. Na Espanha, houve maior centralização de poder político na Coroa de Castela e manutenção de um sistema tributário que se concentrava em elevar as receitas para o pagamento de dívidas soberanas, o que enfraqueceu a noção de direito de propriedade, o que, para North (1990) reduziu o crescimento econômico de longo prazo da Espanha em comparação com a Inglaterra.

Quando se trata de medir o grau de dependência da trajetória de regiões em relação à tecnologia ou à acumulação de conhecimento, as patentes podem ser fontes de informações relevantes. Segundo o Manual de Oslo (OCED, 1994), a patente é um direito de propriedade temporário sobre uma invenção e dá ao seu detentor o monopólio de exploração sobre a invenção patenteada, por um período limitado de tempo, em troca de ter as informações técnicas disponibilizadas para possibilitar maior impacto social da descoberta patenteada.

As patentes podem ser consideradas como inputs ou outputs do processo inovativo, que inclui desde a descoberta até a transformação da ideia em produtos, serviços e processos inovadores (NAGAOKA; MOTOHASHI; GOTO, 2010). Por isso, as estatísticas de patentes são utilizadas para estudar a dinâmica do conhecimento tecnológico e mensurar os resultados das atividades inovativas de firmas e regiões. Nesse sentido, firmas e regiões com maior número de patentes são consideradas mais inovadoras e dinâmicas.

Mesmo com as limitações da utilização de dados de patentes como indicadores da mudança tecnológica e do processo inovativo, os registros obtidos no processo de patenteamento são uma proxy para a difusão da inovação e do conhecimento tecnológico. Além disso, a dinâmica de autocitação dos dados de patente pode ser considerada uma proxy para o grau de dependência das regiões. Além disso, a dinâmica de autocitação dos dados de patente pode ser considerada uma proxy para o grau de dependência das regiões.

Durante o processo de concessão da patente, os examinadores revisam o estado da arte e listam na primeira página do documento de patente essas referências, para garantir que há relevância e novidade naquela invenção. Os examinadores revisam e editam as referências inseridas anteriormente pelos inventores. As citações podem ser utilizadas para medir a relação entre inventores, analisar o grau de liderança em determinados setores industriais e tecnologias e, até mesmo, realizar avaliações de valor de mercado (NARIN; OLIVASTRO, 1998; VAN LOOY; CALLAERT; DEBACKERE, 2006).

As regiões avançadas tecnologicamente se utilizam naturalmente da sua própria base de conhecimento, já que, em geral, são líderes na área. Entretanto, regiões fechadas ao conhecimento externo também podem seguir um padrão de elevado path dependence e, conseqüentemente, de lock-in, demonstrado pelo elevado grau de citações de patentes próprias, mecanismo semelhante ao que ocorre com as firmas (KIM; SONG, 2007b; ROSENKOPF; NERKAR, 2001; SONG; ALMEIDA; WU, 2003; SØRENSEN; STUART, 2000).

Espera-se que as regiões que mais realizam autocitações de patentes sejam as regiões com maior grau de path dependence e, possivelmente, estejam em uma dinâmica de lock-in. O *path-dependence* limita a absorção de conhecimento externo da firma, reduzindo os incentivos e capacidades de buscar novos conhecimentos que estejam distantes de sua rotina atual e que possibilitariam mais inovações (SOYER, 2012). Argumenta-se, então, que quanto maior a taxa de autocitações da região, menor é a capacidade da região de absorver conhecimento externo, o que a torna presa à sua própria trajetória, em uma dinâmica com conseqüências negativas para o seu processo inovativo.

Dentre os possíveis determinantes desse processo de lock-in regional, a especialização da região em determinada tecnologia ou setor econômico pode também ser medida com base nos dados de citações de patentes. Outras medidas do tipo do conhecimento produzido pela região podem também ser calculadas com base nas informações obtidas no documento da patente. Espera-se que regiões especializadas em determinadas tecnologias e setores econômicos tenham moldado suas instituições e processos à essas áreas e tecnologias, sendo mais dependentes de sua trajetória.

### 3.3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

As bases de dados utilizadas foram a Patent Datasets (2016) e a base de citações OECD Citations Database<sup>2</sup>, que leva em consideração os depósitos de patentes (PCT), que possuíam informações sobre a localização geográfica de origem do inventor, obtidas nas bases OECD

---

<sup>2</sup> Disponível em < [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/data/oecd-patent-statistics\\_patent-data-en](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/data/oecd-patent-statistics_patent-data-en)>.

REGPAT Database e OECD Triadic Patent Families<sup>3</sup>. Os dados abrangem 44 países membros da OECD divididos em 645 regiões ao nível NUTS2 e TL2 e abrangem o período de 1990 a 2015.<sup>4</sup> Além disso, dados da EUROSTAT Database<sup>5</sup> também foram utilizados para dados socioeconômicos, geográficos e ligados à ciência e tecnologia ao nível NUTS2 de 28 países da EU e outros. No Quadro 1 apresenta-se uma descrição do conjunto de variáveis selecionadas.

Quadro 1 - Descrição das variáveis

Sigla	Descrição
$Y_{it}$	Número de autocitações das regiões;
$IT_{it}$	Intensidade tecnológica das regiões, definido pelo quociente locacional das patentes de alta intensidade tecnológica;
$gapcit_{it}$	Média de intervalo de tempo entre o depósito e a citação da patente;
$Q_{it}$	Qualidade das patentes da região;
$O_{it}$	Grau de originalidade das patentes da região
$G_{it}$	Grau de generalidade das patentes da região;
$PIBpc_{it}$	PIB per capita;
$educ_{it}$	Nível de escolaridade da mão-de-obra da região, definido como a proporção de mão-de-obra com terceiro grau;
$emp_{it}$	Participação de pessoas empregadas na população maior de 15 anos;
$pat_{it}$	Número de patentes;
$cap\_abs_{it}$	Capacidade de absorção;
$tam_{it}$	Tamanho das firmas, definido pelo número de empregados dividido pelo número de firmas da região.

Fonte: Elaboração própria.

<sup>3</sup> Disponível em <<https://data.oecd.org/rd/triadic-patent-families.htm>>.

<sup>4</sup> NUTS2: regiões de base para aplicação de políticas regionais;

TL2: primeiro nível administrativo do governo subnacional.

<sup>5</sup> Disponível em <<https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>>.



As variáveis TI, G, O e Q foram construídas utilizando os dados de citações. TI é um índice de especialização das regiões em 33 subclasses tecnológicas<sup>6</sup>, calculado da seguinte forma:

$$TI_{it} = \frac{\frac{\sum_{n=1}^{33} patents_{n,it}}{\sum patents_{it}}}{\frac{\sum_{n=1}^{33} patents_{n,t}}{\sum patents_t}} \quad (8)$$

em que  $\sum_{n=1}^{33} patents_{n,it}$  é soma do número de patentes recebidas pela patente i no tempo t nos campos n (33 subclasses de alta tecnologia) e  $\sum patents_{it}$  é o número total de patentes da região i no período t.  $\sum_{n=1}^{33} patents_{n,t}$  é a soma das patentes de alta tecnologia de todas as regiões no tempo t e  $\sum patents_t$  é a soma de todas as patentes no período t.

G e O são medidas *proxy* para o quanto a região realiza inovações em áreas tecnológicas básicas. O grau de generalidade é calculado utilizando as citações para frente das patentes da região, de modo que, quanto mais as patentes da região são citadas por mais áreas tecnológicas, mais básicas são as patentes. O grau de originalidade é calculado de modo semelhante à generalidade, mas utilizando as citações para trás, o que, portanto, faz com que as patentes que citaram mais campos tecnológicos são as de maior grau de originalidade. Os índices são dados por:

$$G_{it} = 1 - \sum_{n=1}^n \left( \frac{RC_{it,n}}{RC_{it}} \right)^2 \quad (9)$$

em que n se refere às subclasses IPC das patentes,  $RC_{it,n}$  é o número de citações recebidas pela região i no tempo t a partir de patentes no campo n e  $RC_{it}$  é o número de citações totais recebidas pela patente i no período t. Para corrigir o viés de regiões que foram pouco citadas, a generalidade é estimada da seguinte forma:

$$\hat{G}_{it} = \left( \frac{RC_{it}}{RC_{it-1}} \right) G_{it} \quad (10)$$

---

<sup>6</sup>computadores e equipamentos automatizados, aviação, engenharia genética, lasers, semicondutores e tecnologia de comunicação.

De modo análogo,

$$O_{it} = 1 - \sum_n \left( \frac{MC_{in,t}}{MC_{i,t}} \right)^2 \quad (11)$$

$$\hat{O}_{it} = \left( \frac{MC_{it}}{MC_{it-1}} \right) O_{it} \quad (12)$$

em que  $MC_{in,t}$  é o número de citações feitas pela região  $i$  nas  $n$  subclasses IPC das patentes no tempo  $t$  e  $MC_{it}$  o número total de citações feitas pela região  $i$  no tempo  $t$ .

O índice de qualidade das patentes da região foi criado sob a hipótese de que regiões que geram mais transbordamentos de conhecimento, medidos pelas citações de patentes, relativamente ao número de patentes que possuem, são as que apresentam patentes de maior qualidade. Por isso, o índice nada mais é que uma razão entre o número de citações para frente das patentes da região sobre o número total de patentes.

Um modelo de regressão de dados em painel é empregado para os anos de 2000 a 2010. A vantagem na utilização dos dados em painel está na agregação de informações de corte transversal em diversos períodos de tempo, o que confere maior grau de liberdade para análise (Hsiao, 2003). O modelo de efeitos fixos pressupõe que o intercepto das unidades individuais, as regiões, é correlacionado com as variáveis explicativas. Por outro lado, o modelo de efeitos aleatórios pressupõe que não há correlação entre as variáveis explicativas e os efeitos individuais das unidades, que seriam aleatórios (WOOLDRIDGE, 2002). O método selecionado segue o resultado do teste de *Hausman*. Outros testes são feitos para avaliar a escolha do melhor modelo. O modelo de dados em painel estimado para o efeito *lock-in* regional é dado por:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 G_{it} + \beta_2 O_{it} + \beta_3 Q_{it} + \beta_4 gap_{cit_{it}} + \beta_5 educ_{it} + \beta_6 PIBpc_{it} + \beta_7 emp_{it} + \beta_8 pat_{it} + \beta_9 cap_{abs_{it}} + \beta_{10} IT_{it} + \beta_{11} tam_{it} + a_i + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

em que o subscrito  $i$  indica a região NUTS-2 e o subscrito  $t$  indica o ano da análise;  $\beta_0$  a  $\beta_{11}$  são os parâmetros a serem estimados:

$G_{it}, O_{it}, Q_{it}, gapcit_{it}, educ_{it}, PIBpc_{it}, emp_{it}, pat_{it}, cap\_abs_{it}, IT_{it}, tam_{it}$  são as variáveis explicativas;  $a_i$  são os efeitos individuais; e  $\varepsilon_{it}$  representa o termo de erro.

A variável dependente do modelo é uma variável de contagem discreta e positiva, o número de autocitações de patentes feitas pela região. Com essa variável dependente, é possível inferir a respeito dos fatores que podem contribuir para que a região sofra um processo de *lock-in*. Pela natureza de contagem da variável dependente, o uso de um modelo linear não é o procedimento apropriado. A alternativa é a utilização de um modelo Poisson ou Binomial Negativo, para tratar a heterocedasticidade própria dos dados de contagem (WOOLDRIDGE, 2002).

O modelo de Poisson tem a restrição de que a variância condicional deve se igualar à média condicional. Portanto, se há superdispersão na variável de contagem, o modelo Binomial Negativo passa a ser mais indicado, por ser um modelo projetado explicitamente para lidar com a superdispersão dos dados de contagem, o que aumenta a eficiência da estimação (CAMERON; TRIVEDI, 1998).

A heterogeneidade do termo não observado em modelo de dados em painel pode causar autocorrelação serial e superdispersão dos dados, o que faz com que o uso de um método que lide com esses efeitos seja necessário. Hausman, Hall and Griliches (1984) propuseram um método de probabilidade condicional para uma regressão Binomial Negativa para considerar os efeitos fixos. No entanto, de acordo com Allison e Waterman (2002), este método não é um verdadeiro método de efeitos fixos. Allison (2005) propõe a estimativa de um modelo de efeitos aleatórios com todas as covariáveis variando no tempo e expressas como desvios de sua média individual.

As estatísticas descritivas mostradas na Tabela 7 apontam para uma média de 13,6 autocitações por região da amostra, enquanto o máximo é de 3.966, o que aponta para a inclinação à direita da distribuição. Em média, as patentes das regiões levam cerca de dois anos para serem citadas, 28,08% da população possui ensino terciário, o PIB per capita médio é de \$ 26.816,59, o grau de originalidade médio das patentes é de 0,89 e generalidade de 0,25. O índice de qualidade médio é de 0,21, enquanto o índice médio de especialização em áreas de alta tecnologia é de 1,07. Além disso, em média 54,99% da população economicamente ativa está empregada nas regiões.

Tabela 7 - Estatísticas descritivas

Variável	Obs.	Média	Desvio Padrão	Min.	Máx.
Autocitações ( $Y_{it}$ )	4175	13,626	81,141	0	3966,000
QL de patentes de alta tecnologia ( $alta IT_{it}$ )	4175	0,003	0,009	0	0,158
Gap entre pedido e citação da patente ( $gapcit_{it}$ )	4175	2,112	1,702	0	5,000
Qualidade das patentes regionais ( $Q_{it}$ )	4175	0,212	0,52	0	21,500
Originalidade ( $O_{it}$ )	4175	0,892	0,369	0	2,000
Generalidade ( $G_{it}$ )	4175	0,251	0,381	0	2,000
PIB per capita ( $PIBpc_{it}$ )	3714	26816,59	14803,32	658,000	172000,000
Ensino superior (em % da força de trabalho) ( $educ_{it}$ )	3359	28,083	11,060	4,600	78,800
Empregados (% pop) ( $emp_{it}$ )	3865	54,986	8,113	16,200	87,800
Número de patentes ( $pat_{it}$ )	4175	38,055	79,446	1	1234,000
Capacidade de absorção ( $cap\_abs_{it}$ )	4175	1,736	3,046	0	138,000
QL de patentes de baixa tecnologia ( $baixa IT_{it}$ )	2679	1,070	0,490	0,088	3,976
Tamanho das firmas ( $tam_{it}$ )	2624	16,801	125,939	0,054	4054,813

Fonte: Elaboração própria com a utilização do Software Stata 15.

A Tabela 8 mostra as regiões que mais se autocitam proporcionalmente no período considerado (2000-2010). À exceção da Califórnia (EUA), que possui elevada taxa de autocitação por ser um caso excepcional de produção de conhecimento no mundo, as outras regiões são caracterizadas por terem indústrias tradicionais, como a indústria automobilística em Auvergne (FRA), que não produzem ou produzem inovações relativamente pouco impactantes.

Tabela 8 - Regiões com maiores taxas de autocitação por intensidade tecnológica no período  
2000-2010

Order	Regiões com menor intensidade tecnológica no período				Regiões com maior intensidade tecnológica no período			
	Cod NUTS-2	País	Região	Autocit.	Cod NUTS-2	País	Região	Autocitações
1	NL12	Holanda	Frísia	12	US06	Estados Unidos	Califórnia	11670
2	BR23	Brasil	Santa Catarina	10	JPD0	Japão	Southern-Kanto	2575
3	CZ07	República Tcheca	Morávia Central	6	DK01	Dinamarca	Hovedstaden	1961
4	ZA02	África do Sul	Estado Livre	6	DE71	Alemanha	Darmstadt	1530
5	IT12	Itália	Toscana	5	US25	Estados Unidos	Massachusetts	1526
6	HU21	Hungria	Transdanúbia Central	3	JPG0	Japão	Região de Kansai	1517
7	HR03	Croácia	Jadranska Hrvatska	3	DEB3	Alemanha	Rheinessen-Pfalz	1209
8	PL21	Polônia	Voivódia da Pequena Polônia	3	FR10	França	Île de France	1201
9	ME22	México	Querétaro	2	NL41	Holanda	Brabante do Norte	1193
10	PL41	Polônia	Grande Polônia	2	US48	Estados Unidos	Texas	1155
11	RU24	Rússia	Kaliningrad Oblast	2	US34	Estados Unidos	Nova Jersey	1144
12	ES70	Espanha	Canárias	2	DEA1	Alemanha	Düsseldorf	1083
13	CN03	China	Hebei	1	DEA2	Alemanha	Colônia	881
14	MT00	Malta	Malta	1	US27	Estados Unidos	Minnesota	863
15	NL23	Holanda	Flevolândia	1	FR71	França	Ródano-Alpes	790

Fonte: Elaboração própria.

### 3.4 RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados da estimação econométrica referente às relações entre o lock-in regional e as características tecnológicas das regiões.

O lock-in é medido por uma variável de contagem do número de autocitações de patentes intrarregionais. Essa característica da variável precisou ser considerada na escolha dos modelos estimados. Em geral, o modelo de Poisson é um dos mais utilizados para considerar a

heterocedasticidade relativa aos dados de contagem (WOOLDRIDGE, 2002). Entretanto, as restrições do modelo Poisson referentes à superdispersão na variável de contagem fazem com que um modelo do tipo Binomial Negativo seja o mais apropriado no caso desta estimação.

A Tabela 3 apresenta os resultados do modelo binominal negativo de efeitos aleatórios, seguindo a metodologia proposta por Allison (2005) com a estimativa de efeitos aleatórios com todas as covariáveis variando no tempo expressas como desvios de sua média individual.

Além disso, a amostra foi dividida por quartis da variável que indica a especialização da região na geração de patentes de alta tecnologia (IT). A primeira coluna apresenta os resultados de uma amostra de menor índice de especialização nos campos de alta tecnologia. A segunda coluna mostra as regiões do quarto quartil da amostra, com as regiões com os maiores índices de IT. Uma terceira coluna apresenta a amostra completa das regiões.

O teste de Wald rejeita a hipótese de ausência de heterocedasticidade e o teste de autocorrelação de Wooldridge não rejeita a ausência de autocorrelação<sup>7</sup>. Optou-se então pela estimação robusta dos erros-padrão.

As variáveis de interesse são a qualidade das patentes (Q), a generalidade (G), originalidade (O), o nível educacional da força de trabalho (educ) e o índice de especialização das regiões na produção de patentes de alta intensidade tecnológica (IT).

A primeira das variáveis de interesse, a que indica a qualidade das patentes produzidas pela região, está negativamente relacionada às autocitações na amostra completa. Isso indica que regiões que produzem conhecimento amplamente utilizado por outras regiões para gerar novas invenções, ou seja, geram inovações com alto potencial de impacto tecnológico, são também regiões menos prezadas ao próprio conhecimento.

---

<sup>7</sup> A Tabela 3 no anexo mostra as correlações entre as variáveis independentes e não indica a existência de viés de multicolinearidade no modelo estimado.

Tabela 9 - Estimativa do modelo de regressão binomial negativa para autocitações de patentes NUTS-2 por regiões de acordo com suas intensidades tecnológicas no período de 2000-2010

	Regiões com menor IT	Regiões com maior IT	Amostra completa
Qualidade das patentes regionais ( $Q_{it}$ )	0.123 (0.188)	0.062 (0.155)	-0.177* (0.096)
Generalidade ( $G_{it}$ )	0.364** (0.156)	0.102 (0.120)	0.174** (0.069)
Originalidade ( $O_{it}$ )	0.030 (0.162)	2.530*** (0.759)	0.245* (0.132)
Número de patentes ( $pat_{it}$ )	4.591*** (0.485)	0.385*** (0.021)	0.419*** (0.018)
Gap entre pedido e citação da patente ( $gapcit_{it}$ )	0.001 (0.040)	0.040 (0.046)	0.083*** (0.022)
Empregados (% pop) ( $emp_{it}$ )	-0.086 (0.089)	-0.057 (0.072)	-0.123** (0.050)
Ensino Superior (em % de força de trabalho) ( $educ_{it}$ )	-0.222** (0.089)	-0.157** (0.076)	-0.197*** (0.059)
PIB per capita ( $PIBpc_{it}$ )	0.470*** (0.134)	0.325*** (0.106)	0.652*** (0.085)
Tamanho das firmas ( $tam_{it}$ )	-2.941*** (0.796)	-0.000 (0.062)	-0.012 (0.050)
Capacidade de absorção ( $cap\_abs_{it}$ )	0.058 (0.041)	0.125*** (0.034)	0.106*** (0.020)
QL de indústrias de baixa IT ( $baixa IT_{it}$ )	0.032 (0.153)	-0.100 (0.159)	-0.226** (0.103)
Constante	2.248*** (0.331)	1.110*** (0.146)	0.982*** (0.088)
Observações	509	315	1297
Log-verossimilhança	-650.86824	-1174.6883	-3062.3333

Nota: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Fonte: Elaboração própria com a utilização do Software Stata 15.

Os resultados também apontam que quanto mais as regiões produzem conhecimento básico, como as tecnologias de uso geral (General Purpose Technologies), tais quais as patentes de eletricidade ou de computação e comunicação, por exemplo, que possuem elevado escopo para desenvolvimentos e melhorias e elevada complementariedade com diversas áreas do conhecimento (PETRALIA, 2020), mais elas se autocitam. Os sinais positivos e significativos das variáveis de generalidade e originalidade indicam que gerar conhecimento básico está relacionado com maior autocitação de patentes, maior path-dependency. Entretanto, esse não é um resultado que

necessariamente aponta para uma desvantagem da geração de conhecimento básico. Como o conhecimento básico pode ser muito desenvolvido e possui elevada complementariedade, é nesse conhecimento que os sucessivos desenvolvimentos tecnológicos se apoiarão.

O nível educacional da força de trabalho (*educ*) teve sinal negativo e significativo, indicando que há uma relação negativa entre o lock-in e o percentual da força de trabalho com formação em nível terciário. Essas pessoas atuam como agentes da transferência de conhecimento, levando conhecimento adquirido de uma região para outra. Esse papel é de certa maneira o observado nos estudos de inovação sobre agentes *gatekeepers* (KAUFFELD-MONZ; FRITSCH, 2013).

O Quociente Locacional para setores menos especializados em tecnologia de alta intensidade tecnológica (IT) está negativamente relacionado às autocitações na amostra completa. Portanto, há uma relação negativa entre a diversidade do conhecimento gerado pela região e o lock-in.

A variável de controle que mede o intervalo de tempo entre a citação e a publicação da patente (*gapcit*) está positivamente relacionada à autocitação na amostra completa, conforme esperado, indicando que o tempo aumenta as chances de autocitação.

A porcentagem de pessoas empregadas na região (*emp*) está negativamente relacionada às autocitações na amostra completa. Isso pode indicar que as regiões de manufatura têm maior probabilidade de produzir patentes que citam patentes de outras regiões.

O tamanho das empresas na região (*tam*), embora negativo em todos os modelos, é significativo apenas para a amostra de regiões com menor IT. A presença de empresas maiores em regiões mais diversas tecnologicamente está negativamente associada à autocitação de patentes, possivelmente indicando maior acesso a recursos externos.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo inventivo passa pela utilização de conhecimento já adquirido e acumulado internamente nas regiões e também do conhecimento adquirido de outras regiões a partir de interações que permitam a aprendizagem. Nesse sentido, é natural que as regiões utilizem, em grande medida, o conhecimento disponível internamente, e partam dele para buscar complementariedades advindas de outras regiões.



Para entender as relações existentes entre as características regionais e as características do conhecimento gerado pela região e o grau de lock-in, representado por uma variável de autocitações de patentes, esse trabalho propôs medidas e utilizou um modelo Binomial Negativo em painel de dados.

A análise descritiva permite inferir que as regiões que se especializaram em determinadas áreas, de alta tecnologia, são as que possuem maior número de autocitações. A especialização das patentes da região, especialmente em áreas de conhecimento básico, com a geração de patentes de menor qualidade em regiões com menos mão-de-obra qualificada, se relaciona com um aumento da dependência da trajetória da região e o consequente lock-in regional.

Os resultados apontam para a relação negativa entre o lock-in e o elevado percentual de mão-de-obra qualificada, bem como apontam para uma relação negativa entre a diversidade do conhecimento gerado na região e o lock-in.

A estagnação inovativa e, conseqüentemente, de produtividade, advindas de um processo de lock-in, pode levar essas regiões à estagnação econômica. Isso ocorre, pois, a capacidade de absorver conhecimento externo acaba se tornando limitada (BOSCHMA, RON; MARTIN, 2007). Cabe, portanto, estudo das causas do processo de *lock-in* identificado e das possibilidades de reversão desse processo.

#### 4 PAPEL DOS TRANSBORDAMENTOS DE CONHECIMENTO LOCAIS E DISTANTES PARA A INVENÇÃO NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

##### RESUMO

Esse capítulo busca investigar o papel dos transbordamentos na produção regional de conhecimento. Especificamente, discute-se o quanto a criação de conhecimento numa certa região é o resultado de esforço interno e também dos fluxos de conhecimento vindos de outras regiões, sejam elas geograficamente próximas ou distantes. Para isso, construiu-se uma matriz de rede de colaboração inter-regional entre coinventores que foi utilizada para parametrizar a matriz de pesos espaciais. Foi utilizado um modelo Regressivo Cruzado Espacial (SLX) para medir os transbordamentos do P&D privado e de universidades, locais e distantes, em uma base de dados agregada para os municípios brasileiros no período de 2000 a 2011. Os resultados evidenciam o papel positivo dos transbordamentos localizados para a atividade de invenção local, e elevada influência dos transbordamentos distantes. O grau de escolaridade da força de trabalho da região e a diversidade da indústria local também exercem papel positivo sobre o patenteamento. O cenário de interpretação de que as redes em que os inventores estão inseridos, sejam elas locais ou distantes, é importante para o sucesso inventivo do território, já que é uma perspectiva de maior disponibilidade de conhecimento que potencialmente pode aumentar as externalidades positivas para que o seu *catching up* com as regiões mais avançadas tecnologicamente seja possível.

**Palavras-chave:** Transbordamentos de conhecimento; Função de Produção do Conhecimento; Rede.

## 4.1 INTRODUÇÃO

A economia do conhecimento e a inovação possuem papéis centrais em diversas teorias de desenvolvimento econômico (GROSSMAN; HELPMAN, 1992; JAFFE, ADAM B., 1986; ROMER, 1990)(GROSSMAN; HELPMAN, 1992; JAFFE, ADAM B., 1986; ROMER, 1990) e nas discussões de políticas públicas. Nesse contexto, a localização geográfica de atores envolvidos no processo inovativo tem sido destacada como um fator chave para a competitividade regional e a pesquisa acadêmica tem atribuído substancial atenção aos transbordamentos de conhecimento locais para explicar a aglomeração e concentração espacial de atividades inovativas (ACS; ANSELIN; VARGA, 2002a; ARTIS; MIGUELEZ; MORENO, 2012; AUDRETSCH *et al.*, 2004; AUDRETSCH; FELDMAN, 1996a; AUTANT-BERNARD, 2012; BODE, 2004a; JAFFE, ADAM B., 1986; JAFFE, ADAM; TRAJTENBERG; HANDERSON, 1993; RODRÍGUEZ-POSE, 2005; SONN; STORPER, 2008).

Entretanto, é possível dizer que as ligações entre atores locais se dão por relações e redes maiores, que ultrapassam a dimensão espacial. As proximidades institucional, cognitiva, tecnológica, social, relacional ou organizacional também podem ter um papel importante para que as conexões ocorram (BOSCHMA, RON A., 2005). Evidências empíricas sugerem que os fluxos de conhecimento não são limitados pela proximidade geográfica (GERTLER, M. S.; LEVITTE, 2005; GITTELMAN, 2007; JOHNSON; SIRIPONG; BROWN, 2006; KASARDA *et al.*, 2009; SONN; STORPER, 2008). A partir das evidências, as pesquisas passaram a focar mais explicitamente nos mecanismos que permitem a difusão do conhecimento, sejam *spin-offs*, colaborações de pesquisa ou redes de cooperação, e nos contextos que favorecem a difusão de conhecimento, como a similaridade entre empresas (VAN OORT; BOSMA, 2013). Esses mecanismos e contextos permitem que as regiões se beneficiem do conhecimento de fontes externas distantes geograficamente.

O papel dos transbordamentos advindos de fontes distantes é complementar ao do conhecimento local na promoção da capacidade inovativa e do crescimento regional (MASKELL; BATHELT; MALMBERG, 2006), já que as firmas com acesso limitado a *pools* de conhecimento distantes tendem a ser menos inovadoras e produzir menos do que seus pares (BOSCHMA, RON A., 2005; FELDMAN; KOGLER, 2010; MORENO; MIGUÉLEZ, 2012). Alguns trabalhos passaram a medir explicitamente o papel dos transbordamentos inter-regionais distantes

(FISCHER; SCHERNGELL; JANSENBERGER, 2006; MAGGIONI; UBERTI; USAI, 2011; PERI, 2005; PONDS; VAN OORT; FRENKEN, 2010). Os estudos de econometria espacial que visam modelar e medir os transbordamentos de conhecimento inter-regionais empregam matrizes de proximidade espacial (ANSELIN; VARGA; ACS, 2000a; AUTANT-BERNARD; LESAGE, 2011; BODE, 2004b; PARENT; LESAGE, 2008).

Entretanto, o papel dos transbordamentos intrarregionais raramente é explicitamente explorado na literatura. O quanto a região se apoiará no próprio conhecimento local depende de um conjunto de condições culturais, institucionais e econômicas, como a especialização ou diversidade setorial da região (FELDMAN; AUDRETSCH, 1999; KARLSSON; GRÅSJÖ, 2013) e da integração local entre os setores empresarial, acadêmico e governamental (ASHEIM; COENEN, 2005; ASHEIM; ISAKSEN, 2002; GREUNZ, 2005).

O objetivo deste artigo é examinar o papel dos transbordamentos de conhecimento geograficamente próximos e também dos geograficamente distantes na criação de conhecimento. Para tanto, adota-se uma função de produção de conhecimento ao nível dos municípios brasileiros, utilizando dados de uma rede de coinventores de patentes, considerando o período temporal de 2000 a 2011.

Distingue-se entre o papel dos transbordamentos localizados geograficamente, concentrados em interações face-a-face, dos transbordamentos distantes, capturados por uma matriz de rede de co-patenteamento inter-regional. A matriz de pesos espaciais é parametrizada pela rede inter-regional de coinventores e os transbordamentos localizados e distantes são distinguidos entre o P&D de universidades e o P&D privado.

Essa abordagem permite uma análise que considera a natureza complexa e espacialmente dependente da inovação. A amostra cobre 5570 municípios brasileiros, o que permite obter resultados mais detalhados sobre o processo de produção de conhecimento à um nível mais desagregado, em comparação com a literatura existente que trabalha com regiões em nível mais agregado (ACEMOGLU; AKCIGIT; KERR, 2016; ANSELIN; VARGA; ACS, 2000a; PERI, 2005). O artigo usa um modelo SLX com efeitos fixos de tempo e REGIC para controlar os casos em que nenhuma produção de conhecimento é registrada no município e para considerar a heterogeneidade transversal não observável (WOOLDRIDGE, 2002).

O capítulo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 analisa a literatura com foco em transbordamentos de conhecimento locais e distantes e seu papel na criação de conhecimento e

inovação. A Seção 3 descreve a função de produção de conhecimento, a estratégia de modelagem de transbordamentos de conhecimento e os dados relevantes. Os resultados da estimativa e sua interpretação são relatados na Seção 4, enquanto a última seção fecha o artigo com as conclusões e discussões finais.

#### 4.2 TRANSBORDAMENTOS INTER-REGIONAIS E A FUNÇÃO DE PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO (KPF)

A apropriabilidade do conhecimento científico, tecnológico e das inovações não é total, e a sua produção gera externalidades por meio de diversos mecanismos. Essas externalidades podem ser apropriadas por outros agentes por meio de interações face-a-face, que acontecem devido à proximidade física (AUDRETSCH; FELDMAN, 1996a; JAFFE, ADAM B.; TRAJTENBERG; HENDERSON, 1993; JAFFE, ADAM B., 1986; RODRÍGUEZ-POSE, 2005; SONN; STORPER, 2008) ou, por exemplo, por meio da pesquisa acadêmica (ANSELIN; VARGA; ACS, 1997).

A proximidade física favorece a transmissão de conhecimento e o processo de aprendizagem contínuo, já que permite a interação direta entre agentes (MALECKI, 2014), aumenta as chances de colaboração e facilita a troca de informações técnicas entre firmas próximas (CORREIA; PETIZ, 2007). As evidências empíricas apresentadas pela literatura a respeito do papel da proximidade geográfica relacionam o estoque de conhecimento regional a indicadores de performance inovativa e de produtividade das regiões (ANSELIN; VARGA; ACS, 1997; AUDRETSCH; FELDMAN, 1996b; JAFFE, ADAM; TRAJTENBERG; HENDERSON, 1993).

A difusão, principalmente do conhecimento tácito, depende de mecanismos de transferência específicos, como mobilidade do trabalho, *spin-offs* e redes organizacionais, o que implica que o transbordamento de conhecimento tácito seria maior quanto menor a distância (BOSCHMA, RON A.; FRENKEN, 2006). Nos últimos anos, vários estudos sobre o efeito da disseminação de conhecimento para a inovação têm sido conduzidos e há consenso de que a força dos fluxos de conhecimento inter-regionais diminui com a distância geográfica (ACS, 2003). Por isso, os transbordamentos de conhecimento são considerados como a causa da aglomeração geográfica de empreendimentos de base científica e tecnológica e justificativa para as vantagens de distritos industriais (CAPELLO; FAGGIAN, 2005; MUSCIO, 2006).

Entretanto, a intensidade dos transbordamentos localizados depende do grau de especialização e diversidade das atividades econômicas locais (AUDRETSCH *et al.*, 2004). A especialização permite que as empresas reduzam seus custos de transação e facilitem a comunicação entre elas devido às externalidades do tipo Marshall – Arrow – Romer (ARROW, 1962; MARSHALL, 1920; ROMER, 1986) e, portanto, a especialização industrial em uma região promove a disseminação do conhecimento entre as empresas próximas (GLAESER *et al.*, 1992).

Além disso, fatores como o tamanho da firma, especificidade de seus produtos, intensidade tecnológica, tempo de vida e capacidade de absorção de conhecimento (COHEN; LEVINTHAL, 1990a) são importantes definidores de como o conhecimento se espalhará. Mesmo firmas próximas geograficamente, com ambiente institucional e cultural semelhante, terão distintas capacidades de absorver conhecimento. Os clusters também, mesmo compostos por firmas da mesma indústria, apresentam diferenças estruturais que impactam na distribuição do conhecimento (GIULIANI, 2007; RABELLOTTI; SCHMITZ, 1999).

Embora a troca informal de informações seja muito importante para que a difusão de conhecimento tácito seja bem-sucedida (DAHL; PEDERSEN, 2004), uma parte considerável do conhecimento é gerada e transmitida por meio de acordos formais de colaboração entre instituições (HAGEDOORN; LINK; VONORTAS, 2000). Nesse contexto, agentes não locais podem ser fontes chave de conhecimento transmitido por meio de redes de cooperação. O que sugere que a localização importa, mas pode ser que a rede em que a firma se insere seja ainda mais relevante que sua localização para que ela tenha acesso aos transbordamentos de conhecimento (BRESCHI; LISSONI, 2009; GIULIANI; BELL, 2005).

Outras proximidades, tais como a proximidade cognitiva, organizacional, social e institucional, também exercem um papel fundamental para as interações entre os agentes (BOSCHMA, RON A., 2005). Todas essas formas de proximidade podem ser substitutos ou complementares da proximidade geográfica. Por exemplo, algumas instituições dos países, como a língua compartilhada, normas e valores em comum, estimulam a interação, resolvendo problemas de coordenação entre agentes não locais (MOLINA-MORALES; GARCÍA-VILLAVARDE; PARRA-REQUENA, 2014).

O *framework* da Função de Produção do Conhecimento (ou *Knowledge Production Function*, KPF) é amplamente empregado para investigar a dinâmica da inovação em regiões, e a econometria espacial tem sido usada para enfatizar os transbordamentos de conhecimento inter-

regionais (ACS; ANSELIN; VARGA, 2002b; ANSELIN; VARGA; ACS, 1997; BOTTAZZI; PERI, 2003; DE CASTRO ARAÚJO; GARCIA, 2019; DEL BARRIO-CASTRO; GARCÍA-QUEVEDO, 2005; FRITSCH; SLAVTCHEV, 2007; MASCARINI; GARCIA; ROSELINO, 2019; MORENO; PACI; USAI, 2005; PIERGIOVANNI; SANTARELLI, 2001; PONDS; VAN OORT; FRENKEN, 2010).

A estimativa da KPF no contexto regional começa com o trabalho seminal de Jaffe (1989). A função é utilizada em modelos econométricos que tratam da dinâmica da inovação pois permite levar em conta o papel das externalidades locais para a produção de conhecimento. Com a introdução de métodos econométricos espaciais (ANSELIN, 1988), maior atenção tem sido dada aos transbordamentos inter-regionais de inovação, examinando-se os efeitos dos gastos com P&D das regiões vizinhas sobre a inovação local. Em uma tentativa de considerar as contribuições das externalidades inter-regionais para a inovação, o modelo KPF original, que estabelece uma relação linear entre produtos e insumos da inovação, representados por patentes e P&D, respectivamente, foi estendido incluindo variáveis espacialmente defasadas ou atribuindo uma estrutura espacial para o termo de erro. Mais precisamente, a variável de P&D espacialmente defasada é frequentemente incluída para levar em conta a contribuição da pesquisa realizada em regiões vizinhas (ACS; ANSELIN; VARGA, 2002a; ANSELIN; VARGA; ACS, 1997, 2000a; PIERGIOVANNI; SANTARELLI, 2001).

O uso de um modelo econométrico espacial se justifica por três motivos centrais: para levar em consideração as variáveis espacialmente correlacionadas omitidas, a heterogeneidade espacial não observada e as externalidades entre regiões (LESAGE; PACE, 2009). Esses argumentos reforçam a utilização de uma KPF considerando a autocorrelação espacial nos resíduos e o impacto dos transbordamentos de conhecimento inter-regionais.

Os estudos de econometria espacial que visam modelar e medir os transbordamentos de conhecimento inter-regionais em geral empregam matrizes de proximidade espacial (ANSELIN; VARGA; ACS, 2000b; AUTANT-BERNARD; LESAGE, 2011; BODE, 2004a; DE CASTRO ARAÚJO; GARCIA, 2019; MASCARINI; GARCIA; ROSELINO, 2019; PARENT; LESAGE, 2008). Entretanto, o papel dos transbordamentos intrarregionais raramente é explicitamente explorado na literatura. O quanto a região se apoiará no próprio conhecimento local depende de um conjunto de condições culturais, institucionais e econômicas, como a especialização ou diversidade setorial da região (FELDMAN; AUDRETSCH, 1999; KARLSSON; GRÅSJÖ, 2013)

e da integração local entre os setores empresarial, acadêmico e governamental (ASHEIM; COENEN, 2005; ASHEIM; ISAKSEN, 2002; GREUNZ, 2005).

O estoque de conhecimento local e o acesso ao conhecimento de fontes distantes geograficamente são complementares e promovem maior capacidade inovativa e crescimento regional (MASKELL; BATHOLT; MALMBERG, 2006). Mas, se as regiões são fechadas ao conhecimento externo, o conhecimento local acaba perdendo valor de mercado e utilidade com o tempo (MORENO; MIGUÉLEZ, 2012), o que faz com que a região seja menos inovadora. Por esse motivo, as regiões procuram fontes de conhecimento externo continuamente, mesmo que esse conhecimento venha de uma região distante geograficamente (ASHEIM; ISAKSEN, 2002; GERTLER, MERIC S.; LEVITTE, 2005; KASARDA *et al.*, 2009; MASKELL; BATHOLT; MALMBERG, 2006; ROSENKOPF; ALMEIDA, 2003).

Não são muitos os estudos que tratam especificamente do papel dos transbordamentos advindos de regiões distantes na literatura de função de produção do conhecimento. Peri (2005) modela transbordamentos de conhecimento à distância com base na citação de patentes em 147 regiões subnacionais da Europa Ocidental e América do Norte entre 1975-1996. Ponds, Oort e Frenken (2010) analisaram regiões da Holanda e como o P&D privado e de universidades em diferentes distâncias impactam o patenteamento. Fischer, Scherngell e Jansenberger (2006), Maggioni, Uberti e Usai (2010), e Maurseth e Verspagen (2002) por sua vez, analisam os fluxos de conhecimento distantes com base em citações de patentes e chegam a resultados semelhantes de que os fluxos inter-regionais de conhecimento não dependem somente da proximidade geográfica, mas também da proximidade tecnológica.

Nos casos de Peri (2005) e Ponds, Oort e Frenken (2010), os transbordamentos de conhecimento distantes foram medidos por meio de uma matriz de criação e citação de patentes e uma matriz de co-publicação de patentes, respectivamente, aplicadas em uma função de produção de conhecimento regional. Nenhuma das duas contribuições anteriores trata simultaneamente de transbordamentos de conhecimento do setor privado e das universidades. E ambas desconsideram a possível sobreposição entre transbordamentos de conhecimento localizados e distantes, o que poderia levar à contagem dupla.

Além disso, alguns estudos investigaram mais especificamente o escopo geográfico dos transbordamentos de conhecimento testando a hipótese em diferentes distâncias (Bottazzi e Peri, 2003) ou considerando diferentes faixas de distância (MORENO; PACI; USAI, 2005). A estrutura



empírica também foi adaptada para testar a importância de transbordamentos advindos de regiões com elevada proximidade tecnológica (GREUNZ, 2005) ou proximidade institucional, representada por colaboração científica (PONDS; VAN OORT; FRENKEN, 2010). Embora exista evidência econométrica de que os transbordamentos de inovação têm caráter localizado, pode-se entender que a proximidade geográfica é necessária, mas não suficiente para a difusão do conhecimento (Boschma, 2005).

A abordagem está se tornando cada vez mais sofisticada ao incorporar externalidades inter-regionais transmitidas tanto pela estrutura espacial quanto pelas estruturas de rede de pesquisadores e da economia (BASILE; CAPELLO; CARAGLIU, 2012; MORENO; PACI; USAI, 2005; PONDS; VAN OORT; FRENKEN, 2010). As externalidades geográficas e relacionais entre regiões são geralmente medidas por meio de modelos com defasagens espaciais ou especificações de erros espaciais, indicando potenciais difusões espaciais e relacionais de conhecimento. Esta estrutura de modelagem é proposta incorporando a possibilidade de incluir ligações entre regiões usando contiguidade ou outras matrizes que mapeiam relações representativas da infraestrutura para a difusão das externalidades.

## 4.3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

### 4.3.1 Função de produção do conhecimento – KPF

Adota-se a estrutura da função de produção do conhecimento como ponto de partida, conforme Griliches (1979). A função de produção assume que uma forma funcional Cobb-Douglas se ajusta à relação entre produto e insumos da inovação. Como foi adotada uma produção de conhecimento em nível de municípios do Brasil, as variáveis de insumo e produto são valores agregados por município.

Quando estimada em nível regional, a KPF descreve uma relação linear entre a atividade de patenteamento, uma medida da capacidade regional de produzir inovação, e o esforço realizado em P&D por empresas e instituições públicas localizadas na região (JAFFE, ADAM, 1989). Essa estrutura básica é ampliada considerando as relações espaciais e as interações espaciais entre regiões usando técnicas econométricas espaciais (ACS; ANSELIN; VARGA, 2002b; ANSELIN; VARGA; ACS, 1997; FISCHER; VARGA, 2003).

Em geral, os transbordamentos da pesquisa inter-regional são explicados pela inclusão de P&D espacialmente defasado; portanto, a variável de P&D é pré-multiplicada por uma matriz de peso espacial padronizada por linha (DELTAS; KARKALAKOS, 2013).

Como proxy para a produção de inovação, usamos o número de pedidos de patentes de cada município. Como as concessões geralmente levam anos para serem revisadas antes de serem concedidas, o ano em que o pedido de patente é feito está mais próximo do momento em que o conhecimento é criado, ou seja, quando a inovação ocorre. Além disso, o intervalo de tempo médio entre a inscrição e a concessão pode variar de uma tecnologia para outra. Como utilizamos dados de todas as tecnologias, e não de uma específica, os pedidos de patentes são um substituto melhor para a produção de inovação em nosso caso e, para o conjunto de 5570 municípios brasileiros, a inovação regional ( $P_i$ ) é medida como o número de pedidos de patentes ao INPI.

O estoque de conhecimento é um dos principais determinantes da produção de conhecimento. Tradicionalmente, na literatura o nível atual de estoque de conhecimento é aproximado por polinômios defasados dos gastos com P&D (GRILICHES, 1979).

A inovação regional é uma função do esforço de P&D das empresas, P&D de universidades e P&D governamental. Os investimentos privados em P&D ocorrem principalmente em regiões industriais. A P&D universitária está mais associada a regiões com universidades tecnológicas<sup>8</sup> e regiões com aliança entre as universidades e as empresas. Além disso, o capital humano disponível na região, representado pela parcela de pessoas com 25 anos ou mais com nível superior, é considerado como mais um insumo no processo de produção de conhecimento.

A heterogeneidade espacial não observada é um dos problemas de especificação considerados. A heterogeneidade não observada pode ser abordada estimando os parâmetros do modelo, por meio de técnicas de dados em painel. A escolha mais comum e facilmente interpretável inclui a utilização de variáveis *dummy* específicas da região. A literatura indica que diferenças estruturais nos ambientes econômicos podem induzir padrões diferenciados de crescimento e inovação (DOGARU; VAN OORT; THISEN, 2011; MARROCU; PACI; USAI,

---

<sup>8</sup> Universidades que são baseadas no ensino prático de ciência e tecnologia, na formação profissional, em pesquisas demandadas pelo mercado e em parcerias com outras universidades, institutos, indústrias e firmas.

2013). No caso do Brasil, a região de São Paulo é a que mais se destaca em termos inovativos e, por isso, é importante distinguir entre os resultados desse estado.

#### 4.3.2 Os transbordamentos de conhecimento

A contribuição das externalidades inter-regionais na pesquisa é estimada incluindo o P&D espacialmente defasado. A hipótese é que esses investimentos em inovação possuem uma correlação positiva com a produção de inovação, como grande parte da literatura empírica também parece sugerir.

A matriz  $W$  é definida como uma matriz de pesos em que os elementos são iguais a um caso o inverso ao quadrado da distância entre os centroides regionais se essa distância for inferior a 250 km; e zero caso contrário.

A decisão de contar com o corte de 250 km é motivada pela observação de que nessa distância, nenhuma região é considerada como não tendo vizinhos e, portanto, cada linha da matriz tem pelo menos um elemento diferente de zero. Além disso, a parcela de empregados na manufatura de alta e média / alta tecnologia foi incluída para controlar as fontes de heterogeneidade não observadas relacionadas à composição industrial da economia regional.

O modelo de defasagem espacial das variáveis explicativas (SLX), conforme nomeado por (AUTANT-BERNARD; LESAGE, 2009), produz coeficientes de transbordamentos locais diferentes para cada variável explicativa da equação e permite a parametrização da matriz de pesos espaciais  $W$ , o que não seria possível com a utilização de um modelo de transbordamento global, com a variável dependente defasada espacialmente. O modelo SLX assume a seguinte forma genérica:

$$y = \alpha t_n + X_1 \beta_1 + W X_1 \theta + \varepsilon \quad \text{with } \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n) \quad (14)$$

$$\partial y / \partial x_r = (\beta_r + W \theta_r)$$

em que os efeitos diretos são as estimativas dos coeficientes das variáveis não espaciais ( $r$ ) e os efeitos de transbordamento são aqueles associados às variáveis explicativas espacialmente defasadas ( $\theta_k$ ).

Os estudos de econometria espacial geralmente adotam uma matriz de contiguidade binária com elementos  $w_{ij}=1$  se as duas unidades geográficas compartilham uma fronteira comum e zero, caso contrário, uma matriz de distância inversa ou uma matriz de distância inversa com cortes de distância. Mesmo que razões teóricas indiquem que a distância é importante, o grau em que a dependência espacial entre as unidades diminui à medida que a distância aumenta nem sempre é claramente definido teoricamente. A prática comum de adotar uma matriz de peso espacial conforme mencionado acima pode ser arbitrária e a parametrização da matriz  $W$  pode ser preferível (HALLECK VEGA; ELHORST, 2015). Além disso, apesar de as matrizes de peso espaciais serem geralmente definidas como exógenas, existem casos em que essa suposição pode ser inapropriada (KELEJIAN; PIRAS, 2014).

O modelo empírico estimado é dado por:

$$\begin{aligned} \ln Pat_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \ln Priv_{it} + \beta_2 \ln Univ_{it} + \beta_3 \ln Educ_{pop_{it}} + \beta_4 \ln Divers_{it} + \\ & \beta_6 \ln Firm_{it} + \beta_7 \ln Intra_{it} + \beta_8 Local\_Priv_{it} + \beta_9 Local\_Univ_{it} + \beta_{10} Dist\_Priv_{it} + \\ & \beta_{11} Dist\_Univ_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (15)$$

em que  $\ln Pat_{it}$  representa a variável dependente, o logaritmo das patentes das regiões  $i$  no período  $t$ ;  $\ln Priv_{it}$  representa o logaritmo do P&D privado;  $\ln Univ_{it}$ , o logaritmo do P&D das universidades;  $\ln Educ_{pop_{it}}$  o logaritmo do grau de educação da população;  $\ln Divers_{it}$ , o logaritmo da diversificação industrial;  $\ln Firm_{it}$ , o logaritmo do número de firmas;  $\ln Intra_{it}$ , o logaritmo da colaboração intrarregional;  $Local\_Priv_{it}$  representa os transbordamentos locais do P&D privado;  $Local\_Univ_{it}$  representa os transbordamentos locais do P&D das universidades;  $Dist\_Priv_{it}$  representa os transbordamentos distantes do P&D privado; e  $Dist\_Univ_{it}$  os transbordamentos distantes do P&D das universidades.

Utilizamos o método de contagem fracionado proposto por Jaffe, Trajtenberg, e Henderson (1993) e Sonn e Storper (2008) para alocar os fluxos de conhecimento entre os municípios inventores e coinventores. Por exemplo, uma patente com  $C$  coinventores leva a uma fração  $1/C$  de conhecimento compartilhado. Uma vez que essas frações de fluxos são agregados ao nível de municípios, elas constituem uma matriz (5570 x 5570) de co-patenteamento que denotamos por matriz  $N$ .

Esta matriz é a base para os transbordamentos intrarregionais, bem como os transbordamentos inter-regionais (abaixo de 250 km e acima de 250 km, respectivamente) que serão descritos mais adiante.

$N_{ij}$  denotam o  $i$ -ésimo e  $j$ -ésimo elementos da matriz  $N$  (a frequência de co-patenteamento entre as regiões  $j$  e  $i$ ) e  $M_{ij}$  é calculada dividindo  $P_{ij}$  pelas somas das colunas da matriz  $N$ . Seguindo (KANG; DALL'ERBA, 2016) utilizamos a padronização por coluna da matriz  $N$ , assume-se que uma porção fixa do conhecimento criado no município  $j$  transborda para o município  $i$ . As variáveis de transbordamento de conhecimento distante são interpretadas como o total agregado de conhecimento advindo de regiões parceiras distantes.

Usamos a matriz  $N$  acima para modelar as repercussões intrarregionais e intersetoriais do estoque de conhecimento privado, como segue:

$$Local\_Priv_{it} = \sum_{j \neq i} W_{ij} Priv_j \quad (16a)$$

$$Local\_Univ_{it} = \sum_{j \neq i} W_{ij} Univ_j \quad (16b)$$

$$Dist\_Priv_{it} = \sum_{j \neq i} D_{ij} Priv_j \quad (17a)$$

$$Dist\_Univ_{it} = \sum_{j \neq i} D_{ij} Univ_j \quad (17b)$$

O papel específico dos transbordamentos inter-regionais de conhecimento de curta e longa distância são considerados. O primeiro (equações 16a e 16b) tem uma extensão espacial limitada a 250 quilômetros. Os transbordamentos inter-regionais distantes (equações 17a e 17b) correspondem a externalidades que ocorrem a partir de 250 quilômetros para quaisquer municípios mais distantes.

Duas estratégias de modelagem diferentes são usadas para investigar a capacidade inovativa das regiões e sua relação com os transbordamentos intra e inter-regionais locais e distantes. A primeira estratégia usa um modelo SLX geral (conforme definido acima), para todos os municípios do país. Os resultados desse modelo podem, no entanto, resultar do fato de que o patenteamento é maior em municípios maiores, de economia mais dinâmica, especialmente em São Paulo, e que também terão maior número de copatenteamentos, capturando assim apenas diferenças de nível regional. Além de incluir os efeitos fixos por regiões, utilizando a desagregação de Regiões de Influência das Cidades (REGIC), a segunda estratégia foi a estimação de modelos SLX separados entre municípios pertencentes à São Paulo e ao restante do país. Essa estratégia

controla as diferenças regionais entre os 5570 municípios e as diferenças regionais não observáveis. Todos os modelos foram estimados usando o pacote *spdep* do R.

A variável dependente será o número de pedidos anual de patentes do município, por ser um indicativo do conhecimento tecnológico gerado localmente. Essa variável e os dados de coinvenção entre os inventores residentes foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI.

As *proxies* para o P&D realizado pelas universidades e por instituições privadas são medidas baseadas em número de trabalhadores.

O foco de análise no Brasil implica que, embora boa parte do co-patenteamento ocorra entre países, os transbordamentos internacionais foram excluídos dessa análise. Isso pode levar à subestimação do papel do co-patenteamento para os transbordamentos de conhecimento que serão levados em conta na discussão de resultados.

Quadro 2: Descrição das variáveis

Variável	Descrição	Fonte
Estoque de conhecimento	Número de patentes	INPI
P&D privado	Trabalhadores que potencialmente desenvolvem atividades inovadoras e de P&D, denominados pessoal técnico-científico (POTEC). De acordo com Araújo et al. (2009), os gastos com POTEC e P&D, tanto externos quanto internos, apresentam alta correlação, sugerindo que esta é uma proxy adequada para medir o esforço inovativo.	RAIS - MTE
P&D universidades	Potencial de P&D Universitário da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Dados de docentes com doutorado em instituições de ensino superior nas áreas de Engenharia, Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias, Biológicas e Ciências da Saúde, que potencialmente criam tecnologias a serem transferidas para o setor produtivo.	CAPES
Educação	Número de graduados e pós-graduados (mestrado e doutorado) com 25 anos ou mais	Censo da Educação Superior
Especialização	Grau de especialização industrial: a parcela da indústria h no município é o emprego no tempo t e a parcela da indústria h no emprego a nível nacional.	RAIS - MTE
Firmas	Número de firmas no município	RAIS - MTE
População	Número de habitantes do município	IBGE
Intra	Colaboração intrarregional	INPI

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.4 RESULTADOS

A Tabela 10 fornece um resumo das estatísticas descritivas das variáveis. Foi estimada uma função de produção do conhecimento regional para os municípios brasileiros no período de 2000 a 2011, período em que os microdados da Base de Dados Estatísticos de Propriedade Intelectual – BADEPI do INPI foi disponibilizada. Os dados públicos disponibilizados pelo INPI, em períodos mais recentes, não se referem aos inventores das patentes, mas aos primeiros depositantes de cada

patente, o que não permite a análise da capacidade de invenção regional, já que não contabiliza a cidade de origem da invenção.

Uma transformação logarítmica das variáveis foi realizada e estimou-se um modelo de defasagem espacial das variáveis explicativas de P&D privado e P&D das universidades. A heterogeneidade espacial é levada em consideração com a inclusão dos efeitos fixos de REGICs e dos anos considerados. As variáveis explicativas são defasadas em um ano.

Tabela 10: Estatísticas descritivas

Estatística	N	Média	DP	Min	Pctl(25)	Pctl(75)	Max
Patentes	66.768	1,31	21,84	0	0	0	1.614
P&D universidades	66.768	4,86	82,91	0	0	0	4.764
P&D privado	66.768	79,54	1.602,90	0	0	7	148.013
Especialização industrial	66.768	1,88	2,05	0	0,85	2,07	90,47
Número de firmas	66.768	943,47	8491,01	0	74	477	600.936
Coinvenção intrarregional	66.768	0,01	0,06	0	0	0	0
População	66.768	32.792,11	195.502,70	0	5.124	22.425	11.316.149
Educação	66.768	109,80	1.323,87	0	0	0	105.864

Fonte: Elaboração própria.

Adicionalmente, o teste de I de Moran indicou a significância para a presença de autocorrelação espacial nos dados por meio dos resíduos da estimação do modelo por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

A Tabela 11 mostra a estimação de um modelo que distingue entre os transbordamentos locais e distantes geograficamente, utilizando a matriz de rede de coinvenção inter-regional para parametrizar a matriz de pesos espaciais padronizada pela soma das colunas. São considerados próximos os transbordamentos em municípios até 250km de distância e distantes os transbordamentos em municípios localizados a uma distância maior que 250km.



Tabela 11: Condicionantes da invenção dos municípios do Brasil. Estimação por Modelo Regressivo Cruzado Espacial (SLX). Período 2000-2011

	<i>Variável dependente: Número de patentes (logPat)</i>	
	Espacial	Espacial e rede
P&D Universidades (logUniv)	0,282*** (0,003)	0,227*** (0,003)
P&D Privado (logPriv)	0,083*** (0,002)	0,078*** (0,002)
Especialização industrial (logEspec)	-0,121*** (0,006)	-0,104*** (0,006)
Coinvenção intrarregional (logIntra)	2,191*** (0,029)	1,885*** (0,030)
Educação (logEduc)	0,053*** (0,001)	0,046*** (0,001)
População (logPop)	0,113*** (0,004)	0,108*** (0,004)
Firmas (logFirmas)	-0,035*** (0,003)	-0,031*** (0,003)
Transbordamentos privados locais (loglagPriv)	0,009*** (0,002)	0,097*** (0,007)
Transbordamentos de universidades locais (loglagUniv)	0,022*** (0,002)	0,061*** (0,007)
Transbordamentos privados distantes (loglagPrivDis)		0,314*** (0,038)
Transbordamentos de universidades distantes (loglagUnivDis)		-0,745*** (0,090)
Efeitos fixos REGIC	Sim	Sim
Efeitos fixos ano	Sim	Sim
Observações	61,204	61,204
R <sup>2</sup>	0,720	0,738
R <sup>2</sup> Ajustado	0,718	0,736
Erros-padrão residuais	0,332 (df = 60703)	0,321 (df = 60701)
Estatística F	312,093*** (df = 501; 60703)	340,264*** (df = 503; 60701)

Nota: \*p \*\*p \*\*\*p<0,01. Fonte: Elaboração própria.

Fonte: Elaboração própria.

O primeiro modelo apresentado é um SLX, que apresenta os transbordamentos localizados das variáveis de P&D privado e P&D das universidades. Assim como a atividade de P&D, tanto privado quanto distantes, exercem papel positivo para o patenteamento regional, os transbordamentos locais dessas atividades também o fazem.

A especialização da indústria local tem coeficiente negativo. Sugere-se que a diversidade industrial tem maior papel indutor da atividade inovativa para o Brasil, como encontrado por Castro Araújo e Garcia (2019) e Mascarini, Garcia e Roselino (2019).

O segundo modelo SLX distingue entre os transbordamentos distantes e localizados utilizando a matriz da rede de coinventores como parametrização para a matriz de pesos espaciais. Nesse caso, além dos efeitos positivos da proximidade geográfica, os transbordamentos de conhecimento distantes advindos das atividades privadas impactam positivamente e em grande medida a inovação regional. Já os transbordamentos distantes do P&D das universidades apresentaram coeficiente negativo e estatisticamente significativo.

Os retornos do capital humano são positivos para a inovação regional em todos os modelos considerados, assim como os retornos das interações intrarregionais.

Quando a rede de coinvenção passa a ser considerada, o impacto positivo dos transbordamentos de P&D localizados são ainda mais elevados do que os apresentados no modelo com efeitos apenas espaciais. A literatura aponta evidências de que o conhecimento construído coletivamente tem tido um papel cada vez maior para a produção de conhecimento (CRESCENZI; NATHAN; RODRÍGUEZ-POSE, 2016). A participação em redes colaborativas não só permite que as organizações aprimorem os processos de criação de conhecimento interno, mas influencia a capacidade de inovação de toda a região, já que facilita o acesso a informações específicas, e aumenta as oportunidades de transbordamento de conhecimento (COOKE *et al.*, 2011). Por vezes, a participação em redes de colaboração compensa a falta de transbordamentos de conhecimento locais (GRILLITSCH; NILSSON, 2019). Ou seja, regiões com Sistemas de Inovação menos desenvolvidos se beneficiam ainda mais amplamente da transferência de conhecimento facilitada, que garante maior aprendizado e oportunidades de adquirir conhecimento de fontes externas (ASHEIM; COENEN, 2005; CANTNER; MEDER; TER WAL, 2010; COOKE *et al.*, 2011; FITJAR; RODRÍGUEZ-POSE, 2011; TRIPPL, 2011).

Quando se trata da heterogeneidade regional, considerar as diferenças entre os efeitos dos transbordamentos de conhecimento em regiões que possuem Sistemas de Inovação mais avançados e as ainda incipientes também é importante. No caso do Brasil, em termos de inovação, a região do estado de São Paulo é notadamente a que mais se destaca. Além de ser o mais rico estado brasileiro, São Paulo também concentra o maior número de patentes ao longo dos anos. Dividimos,

portanto, a amostra de municípios entre os que compõem o estado de São Paulo e os do restante do Brasil por meio de um modelo de *dummies*. Os resultados são mostrados na Tabela 12.

Os resultados da Tabela 12 demonstram que os retornos da qualificação de trabalhadores, do papel direto do investimento em P&D, seja por parte das universidades ou pelo setor privado, da diversidade, das relações intrarregionais e mesmo dos transbordamentos são consistentes.

Os transbordamentos intrarregionais e inter-regionais distantes tem retornos maiores do que locais, sendo os resultados mais elevados e positivos apresentados pelos transbordamentos privados.

As diferenças de retornos dos transbordamentos inter-regionais gerados na academia versus no setor privado são, provavelmente, devidos aos diferentes custos de aprendizagem e capacidades de absorção regionais. Regiões com maior estoque de conhecimento acumulado possuem mais capacidade de absorção (VERSPAGEN; SCHOENMAKERS, 2004). Além disso, os investimentos para adquirir conhecimento via universidades ou via organizações privadas são diferentes. Os transbordamentos negativos advindos do P&D de universidades distantes apontam para um possível efeito de competição entre os municípios produtores de conhecimento acadêmico, que diferem no seu grau de apropriabilidade da pesquisa desenvolvida.

A região de São Paulo tem maior capacidade de absorção de conhecimento e, por isso, seus retornos do transbordamento privado são maiores que as demais regiões brasileiras. Entretanto, quando se considera o papel da rede de colaboração inter-regional entre inventores, os transbordamentos privados locais de São Paulo são menores que o resto do Brasil.

Tabela 12: Condicionantes da invenção regional nos municípios do Brasil e São Paulo.  
Estimação por Modelo Regressivo Cruzado Espacial (SLX). Período 2000-2011

	<i>Variável dependente: Número de patentes (logPat)</i>			
	Espacial		Espacial e rede	
	Brasil sem SP (1)	SP (2)	Brasil sem SP (3)	SP (4)
P&D Universidades (logUniv)	0,280*** (0,003)	-0,039*** (0,006)	0,223*** (0,003)	-0,022*** (0,006)
P&D Privado (logPriv)	0,076*** (0,002)	0,039*** (0,005)	0,071*** (0,002)	0,037*** (0,005)
Especialização industrial (logEspec)	-0,111*** (0,006)	0,010 (0,010)	-0,095*** (0,006)	0,008 (0,010)
Coinvenção intrarregional (logIntra)	2,435*** (0,035)	-1,117*** (0,062)	2,060*** (0,035)	-0,835*** (0,062)
Educação (logEduc)	0,044*** (0,001)	0,040*** (0,003)	0,039*** (0,001)	0,032*** (0,003)
População (logPop)	0,095*** (0,004)	0,019 (0,013)	0,092*** (0,004)	0,021* (0,012)
Firmas (logFirmas)	-0,028*** (0,003)	0,076*** (0,011)	-0,026*** (0,003)	0,077*** (0,011)
Transbordamentos privados locais (loglagPriv)	0,007*** (0,002)	0,024*** (0,006)	0,134*** (0,009)	-0,055*** (0,014)
Transbordamentos de universidades locais (loglagUniv)	0,023*** (0,003)	-0,003 (0,005)	0,047*** (0,010)	0,015 (0,014)
Transbordamentos privados distantes (loglagPrivDis)			0,321*** (0,048)	-0,093 (0,076)
Transbordamentos de universidades distantes (loglagUnivDis)			-0,793*** (0,114)	0,157 (0,180)
Constante SP	-0,661*** (0,071)		-0,582*** (0,067)	
Constante	-0,617*** (0,042)		-0,598*** (0,040)	
Efeitos fixos REGIC	Sim		Sim	
Efeitos fixos ano	Sim		Sim	
Observações	61,204		61,204	
R <sup>2</sup>	0,707		0,724	
R <sup>2</sup> Ajustado	0,704		0,721	
Erros-padrão residuais	0,325 (df = 60693)		0,316 (df = 60689)	
Estatística F	286,469*** (df = 510; 60693)		309,314*** (df = 514; 60689)	

Nota: \* p < 0,1; \*\* p < 0,05; \*\*\* p < 0,01.

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os transbordamentos de conhecimento têm recebido atenção crescente na literatura empírica de inovação regional, tendo sido apontados como um dos motores mais importantes para o crescimento regional. Estudos que buscam evidências de transbordamentos de conhecimento argumentaram que estes são localizados, já que o conhecimento tácito não pode ser codificado e requer a troca de contatos face-a-face.

Usando um modelo KPF espacial, este capítulo examinou a contribuição de transbordamentos de conhecimento inter-regionais para a inovação nos municípios brasileiros, com foco em distinguir os transbordamentos de regiões vizinhas e distantes. Os transbordamentos distantes foram medidos com base em uma matriz de rede de co-inventores de patentes inter-regional, para os anos 2000 a 2011. Argumenta-se que, ao estudar o agrupamento espacial de atividades inovadoras, pesquisas anteriores enfatizaram excessivamente o papel da proximidade geográfica, tanto teórica quanto empiricamente.

A estimativa de um SLX com efeitos fixos de REGIC e tempo corrobora a ideia de que as interações face-a-face são relevantes para a criação de conhecimento (DE CASTRO ARAÚJO; GARCIA, 2019; MASCARINI; GARCIA; ROSELINO, 2019), bem como demonstra a importância dos transbordamentos advindos de localidades distantes. As evidências fornecidas neste trabalho contrastam em certo ponto com os resultados apresentados em contribuições empíricas anteriores. No entanto, a análise não contradiz a teoria dos transbordamentos de conhecimento localizados em geral ou a potencial relevância dos transbordamentos de conhecimento em particular.

Os resultados aqui apresentados têm implicações importantes para a orientação de políticas públicas, já que apontam para a necessidade de reorientar a atenção para os determinantes dos investimentos em P&D para além da localização, considerando também as diferenças do aprendizado das regiões, levando em conta os investimentos que sejam capazes de aumentar a capacidade de absorção das regiões, além de apenas investimentos na produção de conhecimento (BANCO MUNDIAL, 2009; BARCA, 2009).

Economistas e políticos concordam que a disponibilidade de conhecimento e sua difusão são cruciais ingredientes para gerar desenvolvimento econômico em nível regional e nacional. Um consenso similar está crescendo entre economistas sobre a ideia de que a difusão da inovação

depende da posição relativa de cada região com relação a diferentes dimensões que vão além do espaço geográfico, como as proximidades institucionais, tecnológicas, sociais e organizacionais.

Em relação aos fatores internos, o P&D e o capital humano são componentes essenciais para o progresso tecnológico, mas em magnitudes diferentes. Esse resultado é uma clara indicação da efetividade da mão-de-obra qualificada em garantir aprendizado, circulação de ideias e acumulação de experiência.

Os resultados indicam que todos os tipos de transbordamentos aqui considerados, os transbordamentos intrarregionais e transbordamentos inter-regionais localizados e distantes, desempenham um papel significativo na produção de conhecimento, embora seu impacto relativo dependa de qual a sua fonte e da localização.

## 5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os estudos presentes nesta tese buscaram contribuir com a literatura da economia da inovação, especialmente a que trata dos transbordamentos de conhecimento e capacidade de absorção regional. Os três artigos que a compõem focaram em analisar como o conhecimento se move entre regiões e a longo do tempo, considerando as características tecnológicas dessas regiões para identificar padrões nessas relações.

O primeiro artigo trouxe a proposição de uma medida baseada em citações de patentes para a capacidade de absorção regional e analisou, por meio de um modelo em painel de efeitos fixos a relação entre a capacidade de absorção e características tecnológicas da região. O segundo artigo focou na relação entre o lock-in regional e as características tecnológicas das regiões por meio de um Modelo Binomial Negativo em painel de dados. O terceiro, por sua vez, apresentou uma análise dos transbordamentos de conhecimento com uma Função de Produção do Conhecimento regional adaptada para considerar os transbordamentos locais e distantes e como estes influenciam a produção de conhecimento nas regiões.

O processo inovativo parte do acúmulo de conhecimento interno. É natural que haja uma dependência da trajetória na atividade inventiva das regiões, portanto. Mas essa dependência parece ter uma relação positiva com a capacidade de absorção das regiões até um determinado ponto. A partir de determinado ponto de dependência do conhecimento acumulado internamente, essa relação se torna negativa, possivelmente apontando para a perda de dinamismo de regiões com elevada dependência das fontes internas de conhecimento.

Outro importante resultado se refere à produção de conhecimento básico. O conhecimento básico tende a ser considerado de baixo retorno e apropriabilidade pelo setor privado, de modo que os governos são os principais fomentadores do desenvolvimento desse tipo de conhecimento. As análises aqui estabelecidas indicam que a capacidade de produzir conhecimento básico faz com que as regiões criem maiores possibilidades de conexão com o conhecimento externo e de, portanto, gerar conhecimento inovador por meio de sua capacidade de absorção. Isso ocorre pela elevada complementariedade do conhecimento básico.

Também é importante ressaltar que os resultados apontam para a relação negativa entre o lock-in e o elevado percentual de mão-de-obra qualificada, indicação da efetividade da mão-de-obra qualificada em garantir aprendizado, circulação de ideias e acumulação de experiência.

Também há indicativo de que há uma relação negativa entre a diversidade do conhecimento gerado na região e a dependência da trajetória.

Os resultados deste trabalho apontam para a validade de algumas das conclusões da literatura que trata da capacidade de absorção de conhecimento para firmas, mas confirmando-as para o caso das regiões, a exemplo da importância do capital humano, da diversificação tecnológica, e da existência de agentes “gatekeepers” para melhorar o acesso ao conhecimento externo. Regiões que possuem maior capacidade de absorção são abertas a novas ideias, tem maior capacidade de aprender e inovar e, assim, possuem vantagens competitivas na economia do conhecimento. Por outro lado, regiões que dependem mais de suas próprias inovações do que as inovações fora de suas regiões, que estão menos conectadas com outras regiões no uso do conhecimento, inovam menos (MUKHERJI; SILBERMAN, 2013).

As análises aqui apresentadas vão no mesmo sentido que o apontamento de Cohen e Levinthal (1990), de que fatores como o tamanho da firma, especificidade de seus produtos, intensidade tecnológica, e capacidade de absorção de conhecimento são importantes definidores de como o conhecimento se espalhará. Mesmo firmas próximas geograficamente, com ambiente institucional e cultural semelhante, terão distintas capacidades de absorver conhecimento. Os clusters e regiões também, mesmo compostos por firmas da mesma indústria, apresentam diferenças estruturais que impactam na distribuição do conhecimento (GIULIANI, 2007; RABELLOTTI; SCHMITZ, 1999).

Por fim, os resultados aqui apresentados têm implicações importantes no campo das políticas públicas, já que apontam para a necessidade de reorientar a atenção para os determinantes dos investimentos em P&D para além da localização. A estratégia de *smart specialization* (BARCA, 2009) deve levar em conta investimentos que aumentem a difusão, que depende da posição relativa de cada região com relação a diferentes dimensões como as proximidades institucionais, tecnológicas, sociais e organizacionais e a CA do conhecimento. Quanto aos fatores internos, o P&D e o capital humano são componentes essenciais para o progresso tecnológico, em magnitudes diferentes. Esse resultado é uma clara indicação da efetividade da mão-de-obra qualificada em garantir aprendizado, circulação de ideias e acumulação de experiência.



## REFERÊNCIAS

- ABREU, Maria. Absorptive capacity in a regional context. **Handbook of Regional Innovation and Growth**. Edward Elgar Publishing, 2011. p. 211–221.
- ACEMOGLU, Daron; AKCIGIT, Ufuk; KERR, William R. Innovation network. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 41, p. 11483-11488, 2016.
- ACS, Zoltan J. **Innovation and the Growth of Cities**. Edward Elgar Publishing, 2003.
- ACS, Zoltan J.; ANSELIN, Luc; VARGA, Attila. Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. **Research policy**, v. 31, n. 7, p. 1069-1085, 2002a.
- ACS, Zoltan J.; ANSELIN, Luc; VARGA, Attila. Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. **Research Policy**, v. 31, n. 7, p. 1069–1085, 1 set. 2002b.
- AGRAWAL, Ajay K; COCKBURN, Iain M; ROSELL, Carlos. Not Invented Here? Innovation in Company Towns. **National Bureau of Economic Research**, 2009.
- ALCÁCER, Juan; GITTELMAN, Michale. Patent citations as a measure of knowledge flows: The influence of examiner citations. **Review of Economics and Statistics**, v. 88, n. 4, p. 774–779, 2006.
- ALCÁCER, Juan; GITTELMAN, Michelle; SAMPAT, Bhaven. Applicant and examiner citations in U.S. patents: An overview and analysis. **Research Policy**, v. 38, n. 2, p. 415–427, 2009.
- ALLISON, Paul D.; WATERMAN, Richard P. Fixed-effects negative binomial regression models. **Sociological Methodology**, v. 32, n.1, p. 247–265, 2002.
- ALLISON, Paul D. **Fixed effects regression methods for longitudinal data using SAS**. [s.l.]: Sas Institute, 2005.
- ANSELIN, Luc. **Spatial econometrics: methods and models**. Springer Science & Business Media, 1988.
- ANSELIN, Luc; VARGA, Attila; ACS, Zoltan. Geographical Spillovers and University Research: A Spatial Econometric Perspective. **Growth and Change**, v. 31, n. 4, p. 501–515, 1 jan. 2000a.
- ANSELIN, Luc; VARGA, Attila; ACS, Zoltan. Local Geographic Spillovers between University Research and High Technology Innovations. **Journal of Urban Economics**, v. 42, n. 3, p. 422–448, 1997.
- ANSELIN, Luc; VARGA, Attila; ACS, Zoltan J. Geographic and sectoral characteristics of academic knowledge externalities. **Papers in Regional Science**, v. 79, n. 4, p. 435–443, 2000b.

ARAÚJO, Veneziano de Castro; GARCIA, Renato. Determinants and spatial dependence of innovation in Brazilian regions: evidence from a Spatial Tobit Model. **Nova Economia**, v. 29, p. 375-400, 2019.

ARROW, Kenneth J. The economic implications of learning by doing. **Review of Economic Studies**. [s.l.]: Oxford Academic.

ARTHUR, W. Brian. Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events. **The Economic Journal**, v. 99, n. 394, p. 116, 1989.

ARTHUR, W Brian. **Increasing Returns and Path Dependence in the Economy**. [s.l.]: University of Michigan Press, 1994.

ARTIS, Michael J.; MIGUELEZ, Ernest; MORENO, Rosina. Agglomeration economies and regional intangible assets: An empirical investigation. **Journal of Economic Geography**, v. 12, n. 6, p. 1167–1189, nov. 2012.

ASHEIM, Bjørn T.; COENEN, Lars. Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters. **Research Policy**, v. 34, n. 8, p. 1173–1190, 2005.

ASHEIM, Bjørn T; ISAKSEN, Arne. Regional innovation systems: The integration of local “sticky” and global “ubiquitous” knowledge. **Journal of Technology Transfer**, v. 27, n. 1, p. 77–86, 2002.

AUDRETSCH, David B. *et al.* **Knowledge spillovers and the geography of innovation**. v. 4, p. 2713–2739, 2004.

AUDRETSCH, David B.; FELDMAN, Maryann P. R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production. **American Economic Review**, v. 86, n. 3, p. 630–640, 1996a.

AUDRETSCH, David B.; FELDMAN, Maryann P. R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production. **American Economic Review**, v. 86, n. 3, p. 630–640, jun. 1996b.

AUTANT-BERNARD, Corinne. Recent Contributions and Research Perspectives. **Spatial Econometrics of Innovation**. v. 7, n. 4, p. 403–419, dez. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/17421772.2012.722665>.

AUTANT-BERNARD, Corinne; LESAGE, James P. Quantifying knowledge spillovers using spatial econometric models. **Journal of regional Science**, v. 51, n. 3, p. 471-496, 2011.

AUTANT-BERNARD, Corinne; LESAGE, James P. Quantifying Knowledge Spillovers using Spatial Econometric Models. **Journal of regional Science**, 2009.

BANK, World. World Development Report 2009. **World Development Report 2009**, 3 nov. 2009.

BARCA, Fabrizio. **An agenda for a reformed cohesion policy - A place-based approach to meeting European Union challenges and expectations**. Policy. European Communities, 2009.

BARRIO-CASTRO, Tomás Del; GARCÍA-QUEVEDO, José. Effects of university research on the geography of innovation. **Regional Studies**, v. 39, n. 9, p. 1217-1229, 2005.

BASILE, Roberto; CAPELLO, Roberta; CARAGLIU, Andrea. Technological interdependence and regional growth in Europe: Proximity and synergy in knowledge spillovers. **Papers in Regional Science**, v. 91, n. 4, p. 697-722, 2012.

BATHELT, H. Regional competence and economic recovery: divergent growth paths in Boston's high technology economy. **Entrepreneurship & Regional Development**, v. 13, n. 4, p. 287-314, 2001.

BATHELT, Harald; BOGGS, Jeffrey S. Toward a reconceptualization of regional development paths: Is Leipzig's media cluster a continuation of or a rupture with the past? **Economic Geography**, v. 79, n. 3, p. 265-293, 2003.

BELENZON, Sharon. **Basic research and sequential innovation**. Centre for Economic Performance, London School of Economics and Political Science, 2006

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

BODE, Eckhardt. The spatial pattern of localized R&D spillovers: An empirical investigation for Germany. **Journal of Economic Geography**, v. 4, n. 1, p. 43-64, 2004b.

BOSCHMA, Ron A. Proximity and innovation: A critical assessment. **Regional Studies**, v. 39, n. 1, p. 61-74, fev. 2005.

BOSCHMA, Ron A.; FRENKEN, Koen. Why is economic geography not an evolutionary science? Towards an evolutionary economic geography. **Journal of Economic Geography**. v. 6, n. 3, p. 273-302, 2006.

BOSCHMA, Ron; LAMBOOY, J. **Why do old industrial regions decline?** An exploration of potential adjustment strategies. European RSA Congress, p. 1-26, 1999.

BOSCHMA, Ron; MARTIN, Ron. Constructing an evolutionary economic geography. **Journal of Economic Geography**, v. 7, n. 5, p. 537-548, 2007.

BOTTAZZI, Laura; PERI, Giovanni. Innovation and spillovers in regions: Evidence from European patent data. **European economic review**, v. 47, n. 4, p. 687-710, 2003.

BRESCHI, Stefano; LISSONI, Francesco. Mobility of skilled workers and co-invention networks: An anatomy of localized knowledge flows. **Journal of Economic Geography**, v. 9, n. 4, p. 439-468, 2009.

CALOGHIROU, Yannis; KASTELLI, Ioanna; TSAKANIKAS, Aggelos. Internal capabilities and external knowledge sources: Complements or substitutes for innovative performance? **Technovation**, v. 24, n. 1, p. 29–39, 2004.

CAMERON, A C; TRIVEDI, P K. **Regression analysis of count data**. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1998.

CAMISÓN, César; FORÉS, Beatriz. Knowledge absorptive capacity: New insights for its conceptualization and measurement. **Journal of Business Research**, v. 63, n. 7, p. 707–715, 2010.

CANTNER, Uwe; MEDER, Andreas; TER WAL, Anne L.J. Innovator networks and regional knowledge base. **Technovation**, v. 30, n. 9–10, p. 496–507, 2010.

CANTWELL, John; IAMMARINO, Simona. **Multinational Corporations and European Regional Systems of Innovation**. [s.l], [s.n.], 2004. v. 33.

CAPELLO, Roberta; FAGGIAN, Alessandra. Collective learning and relational capital in local innovation processes. **Regional Studies**, v. 39, n. 1, p. 75–87, fev. 2005.

CARAGLIU, Andrea; NIJKAMP, Peter. **The impact of regional absorptive capacity on spatial knowledge spillovers**. Tinbergen Institute Discussion Paper, 2008.

COHEN, Wesley M.; LEVINTHAL, Daniel A. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, n. 1, p. 128–152, 1990a.

COHEN, Wesley M .; LEVINTHAL, Daniel A . Innovation and Learning: The Two Faces of R&D. **The Economic Journal**, v. 99, n. 397, p. 569–596, 1989.

COHEN, Wesley M; LEVINTHAL, Daniel A. Absorptive Capacity : A New Perspective on Learning and Innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, n. 1, p. 128–152, 1990b.

COOKE, Philip et al. (Ed.). **Handbook of regional innovation and growth**. Edward Elgar Publishing, 2011.

CORREIA, Isabel M.; PETIZ, Orlando. Firms and universities - Do spillovers enhance firm's performance? **International Entrepreneurship and Management Journal**, v. 3, n. 2, p. 145–157, 2007.

CRESCENZI, Riccardo; GAGLIARDI, Luisa; IAMMARINO, Simona. Foreign multinationals and domestic innovation: Intra-industry effects and firm heterogeneity. **Research Policy**, v. 44, n. 3, p. 596–609, 2015.

CRESCENZI, Riccardo; NATHAN, Max; RODRÍGUEZ-POSE, Andrés. Do inventors talk to strangers? on proximity and collaborative knowledge creation. **Research Policy**, v. 45, n. 1, p.

177–194, 2016.

DAHL, Michael S; PEDERSEN, Christian Ø.R. Knowledge flows through informal contacts in industrial clusters: Myth or reality? **Research Policy**, v. 33, n. 10, p. 1673–1686, 2004.

DAVID, Paul A. Path dependence, its critics and the quest for ‘historical economics’. **Economic History**, 10 fev. 2005.

DAVID, Paul A. Clio and the Economics of QWERTY. **The American Economic Review**, v.75, n. 2, p. 332–337, 28 ago. 1985.

DELTAS, George; KARKALAKOS, Sotiris. Similarity of R&D activities, physical proximity, and R&D spillovers. **Regional Science and Urban Economics**, v. 43, n. 1, p. 124-131, 2013.

DOGARU, Teodora; VAN OORT, Frank; THISSEN, Mark. Agglomeration economies in European regions: Perspectives for objective 1 regions. **Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie**, v. 102, n. 4, p. 486–494, set. 2011.

DOLOREUX, David; PARTO, Saeed. Regional innovation systems: Current discourse and unresolved issues. **Technology in Society**, v. 27, n. 2, p. 133–153, 2005.

FELDMAN, Maryann P.; AUDRETSCH, David B. Innovation in cities:: Science-based diversity, specialization and localized competition. **European Economic Review**, v. 43, n. 2, p. 409–429, 15 fev. 1999.

FELDMAN, Maryann P.; KOGLER, Dieter F. Stylized facts in the geography of innovation. **Handbook of the Economics of Innovation**, v. 1, n. 1 C, p. 381–410, 2010.

FISCHER, Manfred M.; SCHERNGELL, Thomas; JANSENBERGER, Eva. The Geography of Knowledge Spillovers Between High-Technology Firms in Europe: Evidence from a Spatial Interaction Modeling Perspective. **Geographical Analysis**, v. 38, n. 3, p. 288–309, 1 jul. 2006.

FISCHER, Manfred M.; VARGA, Attila. Spatial knowledge spillovers and university research: Evidence from Austria. **The annals of regional science**, v. 37, n. 2, p. 303-322, 2003.

FITJAR, R. D.; RODRÍGUEZ-POSE, A. When Local Interaction Does Not Suffice: Sources of Firm Innovation in Urban Norway. **Environment and Planning A: Economy and Space**, 43(6), 1248–1267, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1068/a43516>

FRITSCH, Michael; SLAVTCHEV, Viktor. **What Determines the Efficiency of Regional Innovation Systems? Jena Economic Research Papers**. [s.l.]: Jena: Friedrich Schiller University Jena and Max Planck Institute of Economics, 2007.

GERTLER, Meric S.; LEVITTE, Y. M. Local nodes in global networks: The geography of knowledge flows in biotechnology innovation. **Industry and Innovation**, v. 12, n. 4, p. 487–507, dez. 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/13662710500361981>

- GITTELMAN, Michelle. Does geography matter for science-based firms? Epistemic communities and the geography of research and patenting in biotechnology. **Organization Science**, v. 18, n. 4, p. 724–741, 2007.
- GIULIANI, Elisa. The selective nature of knowledge networks in clusters: evidence from the wine industry. **Journal of Economic Geography**, v. 7, n. 2, p. 139–168, 2007.
- GIULIANI, Elisa; BELL, Martin. The micro-determinants of meso-level learning and innovation: Evidence from a Chilean wine cluster. **Research Policy**, v. 34, n. 1, p. 47–68, 2005.
- GLAESER, Edward L. *et al.* Growth in Cities. **Journal of Political Economy**, v. 100, n. 6, p. 1126–1152, 1992.
- GOLDBERG, Itzhak. **Globalization and technology absorption in Europe and Central Asia: the role of trade, FDI, and cross-border knowledge flows**. World Bank Publications, 2008.
- GRABHER, Gernot. The weakness of strong ties: the lock-in of regional development in the Ruhr area. In: GRABHER, GERNOT (Org.) **The embedded firm—on the socioeconomics of industrial networks**. London: Routledge, 1993. p. 255–277.
- GREUNZ, Lydia. Intra- and inter-regional knowledge spillovers: Evidence from European regions. **European Planning Studies**, v. 13, n. 3, p. 449–473, 2005.
- GRILICHES, Zvi. Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth. **The Bell Journal of Economics**, v. 10, n. 1, p. 92, 1979.
- GRILICHES, Zvi. The search for R&D spillovers. **National Bureau of Economic Research Working Paper Series**, n. w3768, 1991.
- GRILLITSCH, Markus; NILSSON, Magnus. Knowledge externalities and firm heterogeneity: Effects on high and low growth firms. **Papers in Regional Science**, v. 98, n. 1, p. 93–114, 1 fev. 2019.
- GROSSMAN, Gene M.; HELPMAN, Elhanan. **Innovation and growth in the global economy**. MIT press, 1993.
- HAGEDOORN, John; LINK, Albert N; VONORTAS, Nicholas S. Research partnerships. **Research Policy**, v. 29, n. 4–5, p. 567–586, 2000.
- HALL, Bronwyn H; JAFFE, Adam B; TRAJTENBERG, Manuel. **The NBER Patent Citations Data File: Lesson, Insights and Methodological Tools**. n. w8498. [s.l.], [s.n.], 2001.
- HALL, Bronwyn H; TRAJTENBERG, M. Uncovering GPTS with Patent Data. **NBER Working paper series**, 2004.

HALLECK VEGA, Solmaria; ELHORST, J. Paul. The slx model. **Journal of Regional Science**, v. 55, n. 3, p. 339–363, 2015.

HASSINK, Robert. How to Unlock Regional Economies from Path Dependency? From learning region to learning cluster. **European Planning Studies**, v. 13(4), p. 521–535, 2005.

HAUSMAN, Jerry A. Specification tests in econometrics. **Applied Econometrics**, v. 38, n. 2, p. 112–134, 1978.

HEGDE, Deepak; SAMPAT, Bhaven. Examiner citations, applicant citations, and the private value of patents. **Economics Letters**, v. 105, n. 3, p. 287–289, 2009.

HSIAO, Cheng. Analysis of panel data, second edition. **Analysis of Panel Data, Second Edition**, p. 1–366, 2003.

HU, Albert G.Z.; JAFFE, Adam B. Patent citations and international knowledge flow: The cases of Korea and Taiwan. **International Journal of Industrial Organization**, v. 21, n. 6, p. 849–880, 2003.

JAFFE, Adam. Real Effects of Academic Research. **The American Economic Review**, v. 79, n. 5, p. 957–970, 1989.

JAFFE, Adam B.; TRAJTENBERG, Manuel; FOGARTY, Michael S. Knowledge Spillovers and Patent Citations: Evidence from a Survey of Inventors. **American Economic Association**, v. 90, n. 2, p. 215–218, 2000.

JAFFE, Adam B.; TRAJTENBERG, Manuel; HENDERSON, Rebecca. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. **Quarterly Journal of Economics**, v. 108, n. 3, p. 577–598, 1993.

JAFFE, Adam B. **Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firm's Patents, Profits and Market Value**. NBER Working Paper Series, n° 1815. Cambridge: [s.n.], 1986.

JAFFE, Adam; TRAJTENBERG, Manuel; HENDERSON, Rebecca. Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 108, n. 3, p. 577–598, 1993.

JANSEN, J J P; VAN DEN BOSCH, F a J; VOLBERDA, H W. Managing Potential and Realised Absorptive Capacity: How do Organisational Antecedents Matter? **Academy of Management Journal**, v. 48, n. 6, p. 999–1015, 2005.

JOHNSON, Daniel K.N.; SIRIPONG, Nalyn; BROWN, Amy S. The demise of distance? The declining role of physical proximity for knowledge transmission. **Growth and Change**, v. 37, n. 1, p. 19–33, 2006.

- KANG, Dongwoo; DALL'ERBA, Sandy. An Examination of the Role of Local and Distant Knowledge Spillovers on the US Regional Knowledge Creation. **International Regional Science Review**, v. 39, n. 4, p. 355–385, 2016.
- KARLSSON, Charlie; GRÅSJÖ, Urban. Knowledge Flows, Knowledge Externalities, and Regional Economic Development. **Handbook of Regional Science**. [s.l.]: Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. p. 413–437.
- KASARDA, John D. *et al.* City Life-Cycles and American Urban Policy. R. D. Norton. **American Journal of Sociology**, v. 31, n. 5, p. 1217–1233, 2009.
- KAUFFELD-MONZ, Martina; FRITSCH, Michael. Who are the knowledge brokers in regional systems of innovation? A multi-actor network analysis. **Regional Studies**, v. 47, n. 5, p. 669–685, 2013.
- KELEJIAN, Harry H.; PIRAS, Gianfranco. Estimation of spatial models with endogenous weighting matrices, and an application to a demand model for cigarettes. **Regional Science and Urban Economics**, v. 46, n. 1, p. 140–149, 2014.
- KENNEY, Martin; VON BURG, Urs. Technology, entrepreneurship and path dependence: Industrial clustering in silicon valley and route 128. **Industrial and Corporate Change**, v. 8, n. 1, p. 67–103, 1999.
- KIM, Changsu; SONG, Jaeyong. Creating new technology through alliances: An empirical investigation of joint patents. **Technovation**, v. 27, n. 8, p. 461–470, 2007. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/technovation](http://www.elsevier.com/locate/technovation)>. Acesso em: 1 nov. 2021.
- KIM, Changsu; SONG, Jaeyong. Creating new technology through alliances: An empirical investigation of joint patents. **Technovation**, v. 27, n. 8, p. 461–470, 2007b.
- LANE, Peter J.; SALK, Jane E.; LYLES, Marjorie A. Absorptive Capacity, Learning, and Performance in International Joint Ventures. **Strategic Management Journal**, v. 22, n. 12, p. 1139–1161, 2001.
- LESAGE, James; PACE, Robert Kelley. **Introduction to spatial econometrics**. Chapman and Hall/CRC, 2009.
- LEVITT, Barbara; MARCH, James G. Organizational learning. **Annual review of sociology**, p. 319–340, 1988.
- LIAO, Shu Hsien; FEI, Wu Chen; CHEN, Chih Chiang. Knowledge sharing, absorptive capacity, and innovation capability: An empirical study of Taiwan's knowledge-intensive industries. **Journal of Information Science**, v. 33, n. 3, p. 340–359, 2007.
- MAGGIONI, Mario A.; UBERTI, Teodora Erika; USAI, Stefano. Treating patents as relational data: Knowledge transfers and spillovers across Italian provinces. **Industry and Innovation**,



v.18, n. 1, p. 39–67, jan. 2011.

MAHONEY, James. Path Dependence in Historical Sociology. **Theory and Society**, v. 29, n. 4, p. 507–548, 28 ago. 2000.

MALECKI, Edward J. The geography of innovation. **Handbook of Regional Science**. [s.l.]: Kluwer Academic, 2014. p. 375–389.

MANCUSI, Maria Luisa. International spillovers and absorptive capacity: A cross-country cross-sector analysis based on patents and citations. **Journal of International Economics**, v. 76, n. 2, p. 155–165, 2008.

MANGEMATIN, Vincent; NESTA, Lionel. What kind of knowledge can a firm absorb? **International Journal of Technology Management**, v. 18, n. 3/4, p. 149, 1999.

MARROCU, Emanuela; PACI, Raffaele; USAI, Stefano. **WP4/01 search working paper**. 2013.

MARSHALL, Alfred. **Principles of Economics**. Eighth Edition ed. [s.l.]: Palgrave Macmillan, 1920.

MASCARINI, Suelene; GARCIA, Renato; ROSELINO, José Eduardo. Analysis of the Effect of Territorial Factors on Regional Innovation in the State of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**, v. 13, n. 2, p. 183–200, 2019.

MASKELL, Peter; BATHELT, Harald; MALMBERG, Anders. Building global knowledge pipelines: The role of temporary clusters. **European Planning Studies**, v. 14, n. 8, p. 997–1013, set. 2006.

MEYER-STAMER, Jörg. Path dependence in regional development: persistence and change in three industrial clusters in Santa Catarina, Brazil. **World Development**, v. 26, n. 8, p. 1495–1511, 1998.

MIGUÉLEZ, Ernest; MORENO, Rosina. Research Policy Knowledge flows and the absorptive capacity of regions. **Research Policy**, v. 44, n. 4, p. 833–848, 2015.

MOLINA-MORALES, F. Xavier; GARCÍA-VILLAVERDE, Pedro Manuel; PARRA-REQUENA, Gloria. Geographical and cognitive proximity effects on innovation performance in SMEs: A way through knowledge acquisition. **International Entrepreneurship and Management Journal**, v. 10, n. 2, p. 231–251, 2014.

MORENO, Rosina; MIGUÉLEZ, Ernest. A Relational Approach to the Geography of Innovation: A Typology of Regions. **Innovation, Entrepreneurship, Geography and Growth**, p. 131–157, 2012.

MORENO, Rosina; PACI, Raffaele; USAI, Stefano. Spatial spillovers and innovation activity in European regions. **Environment and Planning A**, v. 37, n. 10, p. 1793–1812, 1 dez. 2005.

- MUKHERJI, Nivedita; SILBERMAN, Jonathan. Absorptive Capacity, Knowledge Flows, and Innovation in U.S. Metropolitan Areas. **Journal of Regional Science**, v. 53, n. 3, p. 392–417, 2013.
- MUSCIO, Alessandro. Patterns of innovation in industrial districts: An empirical analysis. **Industry and Innovation**, v. 13, n. 3, p. 291–312, 2006.
- NAGAOKA, Sadao; MOTOHASHI, Kazuyuki; GOTO, Akira. **Patent statistics as an innovation indicator**. [s.l.]: Elsevier B.V., 2010. v. 2.
- NARIN, F.; OLIVASTRO, D. Linkage between patents and papers: An interim EPO/US comparison. **Scientometrics**, v. 41, n. 1, p. 51–59, 1998.
- NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. **An Evolutionary Theory of Economic Change**. [s.l.], [s.n.], 1983. v. 93.
- NOOTEBOOM, B. Path dependence of knowledge: Implications for the theory of the firm. **Evolutionary economics and path dependence**. [s.l.], [s.n.], 1997. p. 57–78.
- NORTH, Douglass C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. **Institutions, Institutional Change and Economic Performance**, 1990.
- PACI, Raffaele; USAI, Stefano. Knowledge flows across European regions. **Annals of Regional Science**, v. 43, n. 3 SPEC. ISS., p. 669–690, 2009.
- PARENT, Olivier; LESAGE, James P. Using the variance structure of the conditional autoregressive spatial specification to model knowledge spillovers. **Journal of Applied Econometrics**, v. 23, n. 2, p. 235–256, 2008.
- PERI, Giovanni. Determinants of knowledge flows and their effect on innovation. **Review of Economics and Statistics**, v. 87, n. 2, p. 308–322, 2005.
- PETRALIA, Sergio. Mapping general purpose technologies with patent data. **Research Policy**, v. 49, n. 7, p. 104013, 1 set. 2020.
- PIERGIOVANNI, Roberta; SANTARELLI, Enrico. Patents and the geographic localization of R and D spillovers in French manufacturing. **Regional Studies**, v. 35, n. 8, p. 697–702, 2001.
- PONDS, Roderik; VAN OORT, Frank; FRENKEN, Koen. Innovation, spillovers and university-industry collaboration: An extended knowledge production function approach. **Journal of Economic Geography**, v. 10, n. 2, p. 231–255, 2010.
- RABELLOTTI, Roberta; SCHMITZ, Hubert. The internal heterogeneity of industrial districts in Italy, Brazil and Mexico. **Regional Studies**, v. 33, n. 2, p. 97–108, 1999.
- RODRÍGUEZ-POSE, Andrés. Is R&D investment in lagging areas of Europe worthwhile?

- Theory and empirical evidence. **Papers in Regional Science**, v. 80, n. 3, p. 275–295, 2005.
- ROMER, Paul M. Increasing Returns and Long-Run Growth. **Journal of Political Economy**, v. 94, n. 5, p. 1002–1037, 1986.
- ROMER, Paul M. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, v. 98, n. 5, p. 71–102, 1990.
- ROPER, Stephen; LOVE, James H. Innovation and regional absorptive capacity: The labour market dimension. **Annals of Regional Science**, v. 40, n. 2, p. 437–447, 2006.
- ROSENKOPF, Lori; ALMEIDA, Paul. Overcoming local search through alliances and mobility. **Management Science**, v. 49, n. 6, p. 751–766, 1 jun. 2003.
- ROSENKOPF, Lori; NERKAR, Atul. Beyond local search: Boundary-spanning, exploration, and impact in the optical disk industry. **Strategic Management Journal**, v. 22, n. 4, p. 287–306, abr. 2001.
- SCHMIDT, Tobias. What determines absorptive capacity? **DRUID Tenth Anniversary Summer Conference 2005**, v. 18, p. 1–37, 2005.
- SETTERFIELD, Mark. Technological Interrelatedness and Lock-in in the British Economy, 1870–1930. **Rapid Growth and Relative Decline**, p. 127–143, 1997.
- SEWELL, William. "Three Temporalities: Toward a Sociology of the Eventn. 1990.
- SONG, Jaeyong; ALMEIDA, Paul; WU, Geraldine. Learning–by–Hiring: When Is Mobility More Likely to Facilitate Interfirm Knowledge Transfer? **Management Science**, v. 49, n. 4, p. 351–365, 2003.
- SONG, Jaeyong; SHIN, Jongtae. The paradox of technological capabilities: A study of knowledge sourcing from host countries of overseas R and D operations. **Journal of International Business Studies**, v. 39, n. 2, p. 291–303, 2008
- SONN, Jung Won; STORPER, Michael. The increasing importance of geographical proximity in knowledge production: An analysis of US patent citations, 1975-1997. **Environment and Planning A**, v. 40, n. 5, p. 1020–1039, 2008.
- SØRENSEN, Jesper B.; STUART, Toby E. Aging, obsolescence, and organizational innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 45, n. 1, p. 81–112, 2000.
- SOYER, A. Developing a Measurement Model for Path Dependency, n.1, p. 1726–1730, 2012.
- SQUICCIARINI, Mariagrazia; DERNIS, H el ene; CRISCUOLO, Chiara. **Measuring Patent Quality: Indicators of Technological and Economic Value**. [s.l], [s.n.], 2013.

TRAJTENBERG, Manuel; HENDERSON, Rebecca; JAFFE, Adam. **University Versus Corporate Patents: A Window On The Basicness Of Invention**. [s.l], [s.n.], v. 5, 1997.

TRIPPL, Michaela. Regional innovation systems and knowledge-sourcing activities in traditional industries-evidence from the Vienna food sector. **Environment and Planning A**, v. 43, n. 7, p. 1599–1616, 2011.

USAI, Stefano. The Geography of inventive activity in OECD regions. **Regional Studies**, v. 45, n. 6, p. 711–731, 2011.

VAN LOOY, Bart; CALLAERT, Julie; DEBACKERE, Koenraad. Publication and patent behavior of academic researchers: Conflicting, reinforcing or merely co-existing? **Research Policy**, v. 35, n. 4, p. 596–608, 2006.

VAN OORT, Frank G.; BOSMA, Niels S. Agglomeration economies, inventors and entrepreneurs as engines of European regional economic development. **Annals of Regional Science**, v. 51, n. 1, p. 213–244, 2013.

VERSPAGEN, Bart; SCHOENMAKERS, Wilfred. The spatial dimension of patenting by multinational firms in Europe. **Journal of Economic Geography**, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2004.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. Conditional Expectation Related Concepts in Econometrics. **Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data**. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, p. 30–31, 2002.

ZAHRA, Shaker A.; GEORGE, Gerard. Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. **Academy of management review**, v. 27, n. 2, p. 185-203, 2002.

ZHANG, Jing; BADEN-FULLER, Charles; MANGEMATIN, Vincent. Technological knowledge base, R&D organization structure and alliance formation: Evidence from the biopharmaceutical industry. **Research policy**, v. 36, n. 4, p. 515-528, 2007.