

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

RAQUEL COELHO REIS

**REDE DE INVENÇÃO NO BRASIL: CARACTERÍSTICAS E DETERMINANTES
DOS TIPOS DE INVENTORES**

JUIZ DE FORA, MG
UFJF/PPGE
2021

Raquel Coelho Reis

**REDE DE INVENÇÃO NO BRASIL: CARACTERÍSTICAS E DETERMINANTES
DOS TIPOS DE INVENTORES**

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.

Orientador: Dr. Eduardo Gonçalves
Coorientadora: Dra. Juliana Gonçalves Taveira

JUIZ DE FORA, MG
UFJF/PPGE
2021

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

Rols, Raquel Coelho.

Rede de Invenção no Brasil : características e determinantes dos tipos de inventores / Raquel Coelho Rols. -- 2021.
176 f. : il.

Orientador: Eduardo Gonçalves

Coorientadora: Juliana Gonçalves Taveira

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Juiz de Fora, Faculdade de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2021.

1. Rede de invenção. 2. Inventores. 3. Copatrimônio. 4. Invenção regional. 5. Gatekeepers. I. Gonçalves, Eduardo, orient. II. Taveira, Juliana Gonçalves, coorient. III. Título.

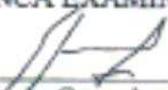
Raquel Coelho Reis

REDE DE INVENÇÃO NO BRASIL: CARACTERÍSTICAS E DETERMINANTES DOS
TIPOS DE INVENTORES

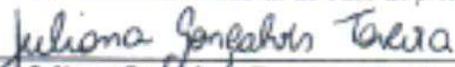
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Economia. Área de concentração: Economia.

Aprovada em 08 de Abril de 2021

BANCA EXAMINADORA



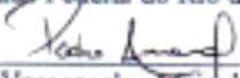
Dr. Eduardo Gonçalves - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora



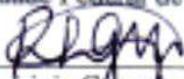
Dra. Juliana Gonçalves Taveira - Coorientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora (Campus Governador Valadares)



Dra. Lia Hasenclever
Universidade Federal do Rio de Janeiro



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



Dra. Rosa Livia Gonçalves Montenegro
Universidade Federal de Juiz de Fora



Dra. Laura de Carvalho Schiavon
Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me guiar na vida e nessa longa jornada.

Agradeço imensamente ao Prof. Eduardo Gonçalves por me acompanhar em toda minha trajetória de pós-graduação. Sua experiência, paciência e dedicação foram elementos cruciais na minha vida acadêmica e nessa pesquisa. Muito obrigada pela confiança, críticas e sugestões.

Agradeço também à Dra. Juliana Gonçalves Taveira que aceitou ser minha coorientadora também em minha jornada de doutoramento. Muito obrigada pela atenção dispensada, opiniões técnicas e ajuda na construção e análise de resultados.

Agradeço a essencial colaboração do André Suriane nesta pesquisa, por me ajudar na extração da base de dados, construção e manipulação de toda a programação no *software R*. Sua ajuda e opinião técnica foram de grande relevância nos resultados.

Agradeço ao prof. Dr. Admir Betarelli Junior, Dra. Cirlene de Matos e Dra. Verônica Lameira, que me auxiliaram no domínio de técnicas econométricas e na compreensão de informações relevantes utilizadas nessa pesquisa.

Agradeço aos ilustres membros da banca de qualificação da tese, especificadamente, a Dra. Laura Schiavon, Dra. Rosa Montenegro e Dr. Pedro Amaral, que muito contribuíram com críticas e sugestões às primeiras versões da presente pesquisa. Acrescento também que a ajuda e sugestões posteriores do Pedro Amaral foram de grande valia para a superação dos entraves finais da pesquisa. Muito obrigada a todos vocês!

Concedo também meu agradecimento a todos os professores e funcionários do PPGE que colaboraram direta e indiretamente para a minha formação acadêmica.

Ao INPI e à RAIS por disponibilizarem as bases de dados, insumos dessa pesquisa.

Ao CNPq, CAPES, FAPEMIG e à UFJF pelo auxílio financeiro concedido durante o meu doutoramento.

Aos meus pais Mozar e Wanilda, meu irmão Kleber e ao Tarcísio agradeço por todo o amor e apoio incondicionais dispensados. Muito obrigada, tudo seria mais difícil sem vocês!

E, por fim, agradeço aos amigos mais próximos e demais colegas da pós-graduação, que muito contribuíram com conselhos, incentivos e atenção ofertada. Obrigada a todos!

RESUMO

Esta tese apresenta três artigos que utilizam dados de copatenteamento das atividades inventivas no Brasil para investigar as características dos inventores e *gatekeepers* e os determinantes de seu desempenho inventivo. O primeiro artigo, “Tipos de interação e características dos grupos de inventores na rede de invenção no Brasil”, explora a relação entre as características do inventor e o tipo de interação deste com os demais inventores da rede. As interações podem ser nulas, locais, e/ou extrarregionais permitindo classificar os inventores em isolados, *internal stars*, *external stars* ou possíveis *gatekeepers*. O segundo artigo, “Identificação dos *gatekeepers* da rede de coinvenção do Brasil por diferentes métricas”, identifica os *gatekeepers* por diferentes medidas e investiga o perfil dos mesmos. O último artigo, “Determinantes do desempenho tecnológico de inventores e *gatekeepers* da rede de coinvenção do Brasil”, investiga o desempenho inventivo de coinventores brasileiros considerando a coexistência de efeitos multi-escalares. A tese permite compreender melhor o perfil dos inventores brasileiros, destacando a relevância dos *gatekeepers* para a rede. Os principais resultados apontam que coinventores possuem conhecimento educacional elevado e em alta tecnologia, permitindo inferir que redes de coinvenção possuem fluxo de conhecimentos mais complexos. Os possíveis *gatekeepers*, inventores com ligações internas e externas, possuem conhecimento educacional ainda mais elevado com títulos em pós-graduação, maior capacidade em absorver conhecimentos e são tecnologicamente mais especializados. No entanto, há sub ou superestimação de inventores classificados como *gatekeepers* dependendo da medida utilizada, sendo importante a aplicação conjunta de diferentes métricas. A maioria dos *gatekeepers* se concentram em São Paulo, Rio de Janeiro e Campinas, atuando nos tipos de instituições mais inventivas das regiões. Contudo, *gatekeepers* mais direcionados a obter ligações externas tendem a se localizar em regiões não metropolitanas, vistos como meio de suprir a escassez de conhecimentos locais. Por fim, é possível associar o desempenho inventivo de *gatekeepers* e coinventores principalmente às características individuais destes como o grau de diversificação e conhecimento em alta tecnologia, pertencimento à indústria e salários mais elevados. Além disso, atuar como *gatekeeper*, bem como ser relacionalmente próximo a estes inventores também influencia no desempenho inventivo de seus parceiros diretos, enquanto os aspectos regionais e de regiões próximas explicam, em menor grau, o desempenho inventivo dos inventores brasileiros.

Palavras-chave: Rede de Invenção. Inventores. Copatenteamento. Invenção Regional. *Gatekeepers*.

ABSTRACT

This thesis encompasses three articles which use data from co-patenting of inventive activities in Brazil to investigate the characteristics of Brazilian inventors and gatekeepers such as their inventive performance determinants. The first article, “Types of interaction and characteristics of groups of inventors in the invention network in Brazil”, explores the relationship between the individual characteristics of the inventor and the type of interaction that s/he exercises with other inventors in the network. The second paper, “Identification of gatekeepers applied to the Brazilian invention network”, proposes to identify by different metrics and investigates their characteristics. The last article, "Determinants of the technological performance of inventors and gatekeepers of the Brazilian co-invention network", investigates the determinants of the Brazilian co-inventors' inventive performance considering the possibility of multi-scale effects. The thesis allows a better understanding of the Brazilians inventors' characteristics, highlighting the gatekeepers' relevance. The main results suggest that co-inventors have a high educational level and knowledge in high technology, which infers that co-invention networks allow more exchanges of complex knowledge. The possible gatekeepers, inventors with internal and external links, have postgraduate degrees, higher knowledge absorption capacity and they are technologically more specialized. Nevertheless, there is an under or overestimation of the classification of inventors as gatekeepers depending on the measure used. Therefore, it is important to apply more than one gatekeeper identification measure in order to obtain consistent results. The most of gatekeepers are concentrated in the regions of São Paulo, Rio de Janeiro and Campinas, and they used to belong to the institutions that generate the most inventive activities in these regions. Gatekeepers more focused on obtaining external links tend to be located in non-metropolitan regions, which can be a means of filling in for the lack of local knowledge. Finally, the results also show that the co-inventors' and gatekeepers' inventive performance are principally impacted by their individual characteristics such as their diversified knowledge degree and in high technology knowledge, their insertion in the industry and higher wages. In addition, the inventors who act as gatekeepers or are relational closer them in the network have positive affects in their inventive performance. The characteristics of the Brazilian region in which the inventor is located and the neighboring region also explain, to a lesser extent, their inventive performance.

Keywords: Invention networks. Inventors. Co-patents. Regional invention; Gatekeepers.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1 - TIPOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO DOS INVENTORES NA REDE DE INVENÇÃO DO BRASIL

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Representação da interação de inventores por patentes na rede de invenção | 30 |
| Figura 2 - Comportamento das ligações entre as instituições na rede brasileira de invenção (Período 2000-2012)..... | 32 |
| Figura 3 - Gráfico de coordenadas (<i>joint-plot</i>) sobrepostas das características dos tipos de inventores no período de 2000 a 2012 | 42 |
| Figura 4 - Total de inventores isolados com conhecimento tecnológico por classes de patentes segundo a Classificação Internacional de Patentes..... | 47 |
| Figura 5 - Total de <i>Internal Stars</i> com conhecimentos tecnológicos por classes de patentes segundo a Classificação Internacional de Patentes..... | 49 |
| Figura 6 - Total de <i>External Stars</i> com conhecimento tecnológico por classes de patentes segundo a Classificação Internacional de Patentes..... | 51 |
| Figura 7 - Total de <i>Gatekeepers</i> com conhecimento tecnológico por classes de patentes segundo a Classificação Internacional de Patentes..... | 54 |

ARTIGO 2 – IDENTIFICAÇÃO DOS *GATEKEEPERS* DA REDE DE COINVENÇÃO DO BRASIL POR DIFERENTES MÉTRICAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Rede de coinvenção do Brasil compreendendo as medidas de <i>gatekeepers</i> para o período de 2000-2012 | 85 |
| Figura 2 - Rede de ligações de <i>gatekeepers</i> de São Paulo 2000-2012 | 89 |
| Figura 3 - Rede de ligações de <i>gatekeepers</i> de Campinas 2000-2012 | 91 |
| Figura 4 - Rede de ligações de <i>gatekeepers</i> do Rio de Janeiro 2000-2012..... | 94 |

ARTIGOS 3 – DETERMINANTES DO DESEMPENHO TECNOLÓGICO DE INVENTORES E *GATEKEEPERS* DA REDE DE COINVENÇÃO DO BRASIL

| | |
|--|-----|
| Figura 1 - Mapas de distribuição por REGIC de <i>gatekeepers</i> considerando o grau de desempenho inventivo no período de 2000-2012 | 131 |
|--|-----|

LISTA DE TABELAS E QUADROS

ARTIGO 1 - TIPOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO DOS INVENTORES NA REDE DE INVENÇÃO DO BRASIL

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Exemplos de identificação do tipo de ligação de inventores por patentes..... | 28 |
| Quadro 2 - Classificação do tipo de inventor | 29 |
| Tabela 1 - Descrição e estatísticas das variáveis na amostra <i>cross-section</i> de 2000-2012 | 34 |
| Tabela 2 - Médias das variáveis por tipo de inventores na amostra <i>cross-section</i> de 2000-2012 | 35 |
| Tabela 3 - Representação dos componentes da Análise de Correspondência para os tipos de inventores no período de 2000 a 2012..... | 39 |
| Tabela 4 - Estatísticas de Análise de Correlação Conjunta (2000-2012)..... | 44 |
| Tabela 5 - Determinantes do tipo de inventor no Brasil. Resultados da razão de chance do modelo <i>logit</i> para o período de 2000 a 2012 | 46 |
| Tabela A1 - Matriz de correlação entre as variáveis (2000-2012) | 63 |
| Tabela A2 - Determinantes do tipo de inventor no Brasil. Resultados da razão de chance do modelo <i>logit</i> com efeito fixo de ano e estado para o período de 2000 a 2012 | 64 |

ARTIGO 2 – IDENTIFICAÇÃO DOS *GATEKEEPERS* DA REDE DE COINVENÇÃO DO BRASIL POR DIFERENTES MÉTRICAS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Resumo das medidas de <i>gatekeepers</i> existentes na literatura | 71 |
| Tabela 1 - Estatísticas das variáveis dependentes e independentes das características dos <i>gatekeepers</i> na rede de invenção (2000-2012) | 78 |
| Tabela 2 – <i>Ranking</i> das TOP 5 regiões brasileiras com maior número de <i>gatekeepers</i> – Período de 2000-2012..... | 86 |
| Tabela 3 - Estatísticas do sistema de invenção das TOP 3 regiões com maior número de <i>gatekeepers</i> na rede coinvenção regional – período 2000-2012..... | 87 |
| Tabela 4 - Características dos <i>gatekeepers</i> na rede de coinvenção brasileira (2000-2012) | 98 |

ARTIGO 3 - DETERMINANTES DO DESEMPENHO TECNOLÓGICO DE INVENTORES E *GATEKEEPERS* DA REDE DE COINVENÇÃO DO BRASIL

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 - Efeitos individuais e regionais sobre o desempenho dos inventores na rede de coinvenção do Brasil. Modelo hierárquico simples (2000-2012)..... | 137 |
| Tabela 2 - Efeitos individuais, regionais e de proximidade relacional sobre o desempenho de inventores na rede de coinvenção do Brasil. Modelo hierárquico com defasagens das medidas de <i>gatekeepers</i> (2000-2012)..... | 141 |
| Tabela 3 - Efeitos individuais, regionais e de proximidade geográfica sobre o desempenho de inventores na rede de coinvenção do Brasil. Modelo hierárquico com defasagens das variáveis do nível regional (2000-2012). | 146 |
| Tabela A1 – Estatística <i>I de Moran</i> para as variáveis explicativas do nível de inventor e regional do modelo hierárquico. | 157 |
| Tabela A2 - Efeitos individuais e regionais no desempenho de inventores com mais de uma patente na rede de coinvenção do Brasil. Período 2000-2012..... | 158 |
| Tabela A3 - Efeitos individuais e regionais no desempenho de inventores na rede de coinvenção localizados no Sul e Sudeste do Brasil. Período (2000-2012)..... | 160 |
| Tabela A4 - Efeitos individuais, regionais e de proximidade relacional com <i>gatekeepers</i> no desempenho de inventores com mais de uma patente na rede de coinvenção do Brasil. Período 2000-2012..... | 162 |
| Tabela A5 - Efeitos individuais, regionais e de proximidade relacional com <i>gatekeepers</i> no desempenho de coinventores localizados no Sul e Sudeste do Brasil. Período 2000-2012..... | 164 |
| Tabela A6 - Efeitos individuais, regionais e de proximidade geográfica no desempenho de inventores com mais de uma patente na rede de coinvenção do Brasil. Período 2000-2012..... | 166 |
| Tabela A7 - Efeitos individuais, regionais e de proximidade geográfica no desempenho de inventores com mais de uma patente na rede de coinvenção do Brasil. Período 2000-2012..... | 168 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 | ARTIGO 1 - TIPOS DE INTERAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS GRUPOS DE INVENTORES NA REDE DE INVENÇÃO NO BRASIL | 17 |
| | 2.1 INTRODUÇÃO | 18 |
| | 2.2 REDES DE INVENÇÕES E SEUS TIPOS DE AGENTES..... | 21 |
| | 2.3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS..... | 26 |
| | 2.3.1 Base de dados e variáveis | 27 |
| | 2.3.2 Metodologia | 35 |
| | 2.3.2.1 Análise de correspondência múltipla e conjunta | 36 |
| | 2.3.2.2 <i>Logit</i> binomial | 37 |
| | 2.4 RESULTADOS | 39 |
| | 2.5 CONCLUSÕES..... | 56 |
| | 2.6 REFERÊNCIAS | 59 |
| | APÊNDICE | 63 |
| 3 | ARTIGO 2 - IDENTIFICAÇÃO DOS <i>GATEKEEPERS</i> DA REDE DE COINVENÇÃO DO BRASIL POR DIFERENTES MÉTRICAS | 65 |
| | 3.1 INTRODUÇÃO..... | 66 |
| | 3.2 <i>GATEKEEPERS</i> : FORMAS DE MENSURAÇÃO E SUA RELEVÂNCIA PARA O SISTEMA DE INVENÇÃO..... | 68 |
| | 3.2.1 Medidas de <i>gatekeepers</i> | 69 |
| | 3.2.2 Evidências empíricas | 72 |
| | 3.3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS..... | 75 |
| | 3.3.1 Variáveis e base de dados | 76 |
| | 3.3.2 Modelos Econométricos | 79 |
| | 3.3.2.1 <i>Probit</i> | 80 |
| | 3.3.2.2 Binomial negativo..... | 82 |
| | 3.4 RESULTADOS | 83 |
| | 3.5 CONCLUSÕES..... | 98 |
| | 3.6 REFERÊNCIAS | 100 |

| | |
|---|------------|
| 4 ARTIGO 3 - DETERMINANTES DO DESEMPENHO TECNOLÓGICO DE INVENTORES E <i>GATEKEEPERS</i> DA REDE DE COINVENÇÃO DO BRASIL..... | 103 |
| 4.1 INTRODUÇÃO..... | 104 |
| 4.2 EFEITOS INDIVIDUAIS, RELACIONAIS E GEOGRÁFICOS NO DESEMPENHO DE COINVENTORES NA REDE..... | 107 |
| 4.3 METODOLOGIA..... | 113 |
| 4.3.1 Modelo hierárquico (multinível)..... | 114 |
| 4.3.2.1 Modelo hierárquico com efeitos espaciais..... | 117 |
| 4.3.2 Base de dados e variáveis..... | 119 |
| 4.3.2.1 Variáveis do nível 1 (nível do inventor)..... | 120 |
| 4.3.2.2 Variáveis explicativas das regiões (nível 2)..... | 124 |
| 4.3.2.3 Matrizes de ponderação espaciais..... | 126 |
| 4.3.3 Especificação dos modelos aplicados à pesquisa..... | 128 |
| 4.4 RESULTADOS..... | 130 |
| 4.5 CONCLUSÕES..... | 148 |
| 4.6 REFERÊNCIAS..... | 150 |
| APÊNDICE..... | 157 |
| | |
| 5 CONCLUSÃO..... | 170 |
| | |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 176 |

1 INTRODUÇÃO

Redes de colaboração são meios organizacionais que coordenam atividades capazes de alavancar vantagens competitivas e levar agentes com habilidades distintas ao aprendizado de conhecimento em comum por meio do acesso à informação de maneira mais ágil (POWELL *et al.*, 1996). Nesse sentido, as redes de co-invenção surgem da interação entre agentes que compartilham conhecimentos em *prol* da geração de atividades de cunho inovativo (SINGH; FLEMING, 2010). As redes permitem acomodar a complexidade e incertezas do processo de criação de inovação (COOKE; MORGAN, 1993), sendo a troca de conhecimento promovida pela estrutura de rede eficaz para a aquisição de conhecimentos tecnológicos mútuos entre os agentes e regiões (COOKE *et al.*, 1997). A interação e troca de conhecimento entre agentes no sistema de redes é possível de existir, de maneira eficiente, mesmo a longas distâncias. Isso se dá pela confiança mútua criada entre os agentes ao compartilharem recursos e objetivos em comum, sendo possível, haver também troca de conhecimento tácito¹ entre eles (GRANOVETTER, 1973; 2005). Ademais, acredita-se que as invenções com origem em atividades colaborativas possuam maior chance de serem posteriormente consideradas inovações. Isso ocorre porque as atividades colaborativas incorporam de forma intensiva e variada conhecimentos tecnológicos provenientes de experiências de inventores distintos o que, conseqüentemente, pode ser utilizado para superar barreiras tecnológicas mais facilmente (BRESCHI; LISONI, 2009; SINGH; FLEMING, 2010). Nos casos em que os agentes pertencem a regiões distintas, a troca de conhecimento pode levar ao benefício de aquisição de conhecimentos tecnológicos mútuos pelas regiões (COOKE *et al.*, 1997).

A análise de redes tem como foco a compreensão da relação entre os agentes, sendo relevante considerar variáveis individuais, locais e relacionais, em conjunto, nas análises (ROTHWELL *et al.*, 1974; MAGGIONI; UBERTI, 2007). O Sistema Nacional de Inovação (SNI) considera que a inter-relação de agentes (públicos e/ou privados) contribui para o avanço tecnológico e, pode determinar o desenvolvimento socioeconômico (FREEMAN, 1987). Conseqüentemente, para compreender o que leva um sistema de redes de invenção ao sucesso inovativo, devem-se levar em consideração as características individuais dos agentes, as relações entre eles e a posição que ocupam na rede, e o local (região) onde estão inseridos.

No Brasil, empresas inovadoras tendem a se localizar em regiões com maior concentração de mão de obra qualificada e produção de patentes (RUIZ; DOMINGUES,

¹ Conhecimento tácito é aquele que tem relação com as experiências dos agentes e não são facilmente codificados.

2008), porém outras empresas podem se instalar em regiões com menor aglomeração ou infraestrutura econômica a fim de obter menores custos de produção. O sul e sudeste do país concentram empresas inovadoras em tecnologias de bens de consumo duráveis e de capital (RUIZ; DOMINGUES, 2008), sendo estas regiões detentoras do maior número de patentes no Brasil (GONÇALVES, 2007). Estas regiões acumulam conhecimentos em alta tecnologia como engenharia elétrica e telecomunicações, biológicas e nanotecnologias (RODRIGUEZ; GONÇALVES, 2017). Além disso, a Universidade Federal de São Paulo (USP), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) estão localizadas nestas regiões e concentram a maior parcela de depósitos de patentes por universidades públicas entre 2000-2007 (OLIVEIRA; VELHO, 2009).

No Sistema Regional de Inovação (SRI), considera-se que a proximidade geográfica entre agentes resulta na interação entre os mesmos em *prol* da troca de conhecimento e do aumento da capacidade de geração de inovação (COOKE, 1992). No entanto, o comportamento individual dos agentes de uma região e a forma como interagem ou se interligam com os demais inventores na rede de invenção regional é distinta. Os inventores podem não interagir com outros inventores, criando invenções sem a colaboração de nenhum outro agente, comportando-se como pontos isolados dentro da rede; ou podem se interligar por meio de copatenteamento de invenções com outros inventores restritos à sua região por meio de colaborações locais; ou interagir com inventores provenientes de outras localidades por meio de colaborações inter-regionais; ou até mesmo serem capazes de interagir ao mesmo tempo com inventores colocalizados e distantes geograficamente.

Ao se analisarem *clusters*² com alto desempenho tecnológico, é possível verificar a presença de interações entre inventores locais e parcerias com inventores externos como meios de obtenção de conhecimentos novos a serem utilizados no processo de inventar (BATHELT *et al.*, 2004; MORRISON *et al.*, 2013). Tais interações simultâneas entre inventores locais e externos, de acordo com a teoria de redes, são realizadas por agentes denominados *gatekeepers*. Desse modo, *gatekeepers* são intermediadores de conhecimentos internos e externos e, por isso, são relevantes dentro da rede de invenção por auxiliarem na renovação do conhecimento, ferramenta importante na geração de atividades inventivas e, conseqüentemente, na superação de barreiras tecnológicas (ALLEN; COHEN, 1969; BRESCHI; LENZI, 2015). Inovações ocorrem em ambientes de interação e criatividade na

² *Clusters* são aglomerações de atividades econômicas com similaridades e/ou inter-relacionadas.

rede, sendo *gatekeepers* reconhecidos por tal criatividade (BRESCHI; LENZI, 2015), assim como maior produção inventiva na rede (LE GALLO; PLUNKET, 2020).

No Brasil, empresários e gestores reclamam da falta de tempo, mão de obra qualificada e o alto custo de investimento na capacitação de conhecimentos, como obstáculos para não investirem em um ambiente inovador (CARDOSO, 2014). O sistema de incubadoras no Brasil tem atuado viabilizando a interação entre organizações públicas, universidades e empresas. Contudo, representantes de instituições ligadas à inovação no país destacam pouca ênfase para projetos colaborativos e relatam haver muita burocracia e empecilhos na relação universidade-empresa (BENEVIDES *et al.*, 2016). Nesse sentido, os *gatekeepers* podem possibilitar a interação entre diferentes tipos de agentes e organizações, captando conhecimentos externos, promovendo maior troca destes e elevando as chances de efetivação de inovações (DALCOMUNI, 2013). Além disso, é necessário haver maior entendimento sobre as características dos inventores que compõe o sistema de invenção no Brasil a fim de compreender o perfil dos mesmos e os gargalos tecnológicos a serem superados no país.

A presente tese é composta por três artigos, além desta introdução e de um capítulo final compreendendo as conclusões da pesquisa como um todo. A pesquisa tem como objetivo colaborar para a literatura de redes de invenção das seguintes formas: (1) investigando as características individuais dos inventores classificados conforme o tipo de interação que exercem com os demais agentes na rede de invenção brasileira. E, como os *gatekeepers*, agentes de posição central na rede e relevantes para a superação de barreiras tecnológicas locais, se diferem dos demais tipos de inventores; (2) analisando qual é o papel dos *gatekeepers* no sistema de invenção regional do Brasil; (3) comparando diferentes medidas de *gatekeepers* existentes na literatura a fim de verificar se há sub ou superestimação de resultados de classificação na escolha das mesmas; (4) inserindo na literatura uma nova medida de *gatekeeper* que vai de acordo com teorias subjacentes e investiga os laços únicos e não redundantes; e (5) investigando os efeitos multi-escalares sobre o desempenho de inventores e *gatekeepers* na rede de coinvenção do Brasil, compreendendo as características individuais dos inventores, os aspectos regionais, posicionamento na rede e efeitos de proximidade relacional e geográfica.

A fim de atingir os objetivos da pesquisa são utilizados dados dos inventores presentes nos documentos de depósitos de patentes das atividades inventivas do Brasil. As informações dos inventores são provenientes dos dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), compreendendo os anos de 2000 a 2012. Características individuais dos inventores

como o nível educacional, ambiente de trabalho e região de origem são obtidas da base de microdados contidas no Registro Anual de Informações Sociais (RAIS).

O primeiro artigo investiga, por meio de dados de patentes do Brasil, as características dos inventores da rede de invenção do país. Estes são separados em quatro classificações de acordo com o tipo de interação que possuem com os demais inventores na rede. Sendo assim, o artigo colabora para a literatura ao se investigar quais características dos inventores, como tipo de conhecimento tecnológico, grau educacional e ambiente de trabalho em que estão inseridos. Além disso, tem como objetivo investigar hipóteses atreladas aos *gatekeepers* como: (1) há relação positiva entre a capacidade de absorção de conhecimentos e os inventores se ligarem a demais inventores na rede e, potencialmente, ser um *gatekeeper*; (2) pertencer a uma instituição de administração pública aumenta as chances de o inventor se ligar aos demais inventores e, potencialmente, ser um *gatekeeper*; e (3) pertencer a uma instituição de ensino pública ou privada eleva as chances de o inventor ser um *gatekeeper*.

A análise de correspondência múltipla e conjunta é utilizada, para a amostra de dados em *cross-section*, a fim de compreender as similaridades de respostas quanto às características dos inventores considerando cada um dos quatro tipos de classificações possíveis de inventores. Com interesse em investigar a probabilidade de os inventores interagirem de forma distinta ao longo dos anos é utilizado um painel de dados anual ao nível do inventor. Sendo assim, opta-se por utilizar o modelo *logit* com efeitos fixos a fim de analisar separadamente a probabilidade de os inventores se comportarem como cada um dos quatro tipos de classificações de inventores entre 2000 a 2012.

Partindo do pressuposto que os *gatekeepers* são relevantes para o sistema de invenção regional, o segundo artigo analisa as características predominantes deste tipo de inventor no Brasil. O artigo visa colaborar com a literatura ao se investigar o perfil e as características predominantes dos *gatekeepers* brasileiros ao utilizar diferentes métricas, além de verificar se há sub ou superidentificação de *gatekeepers* conforme a métrica utilizada e discutir o papel destes agentes no sistema de invenção regional do Brasil. Tais objetivos são alcançados por meio de um painel de dados dos inventores que colaboram ao mesmo tempo com inventores colocalizados e de outras Regiões de Influência das Cidades (REGIC)³. O comportamento dos *gatekeepers* na rede de coinvenção do Brasil é examinado por meio da técnica de construção de grafos, já os determinantes do inventor considerado *gatekeeper* são estimados por meio dos

³ A divisão de REGIC capta a hierarquia de centros urbanos do Brasil em termos de equipamentos e serviços; e delimita as regiões de influência associadas a tais centros.

modelos: binomial negativo híbrido com efeitos aleatórios e *probit* de efeitos aleatórios de *Chamberlain*, respeitando as distribuições das medidas.

O terceiro e último artigo da presente tese contribui ao explorar o desempenho inventivo de inventores e *gatekeepers* na rede de coinvenção do Brasil. Para tanto, segue a ideia central de que para uma melhor compreensão do desempenho de inventores no sistema de redes de invenção é preciso considerar simultaneamente os aspectos relacionais, individuais e regionais. Posto isto, a investigação utiliza-se de um modelo hierárquico de dois níveis, compreendendo os níveis individual e regional, com inclusão da investigação de efeitos de proximidade relacional e espacial. Desta forma, é possível captar tanto os efeitos verticais, pela estrutura de modelagem hierárquica, quanto os efeitos horizontais, provenientes de efeitos de proximidade relacional e espacial dos dados.

Por fim, a seção de conclusão sumariza os principais resultados e contribuições do conjunto de análises desta pesquisa para a literatura de redes e para a compreensão do sistema regional de invenção do Brasil. O conhecimento reunido nesta tese permite ampliar a compreensão sobre quais características levam um agente individual a exercer determinado tipo de interação com os demais inventores no sistema de invenção, compreender qual o papel dos *gatekeepers* no sistema de invenção do país, além de sua relevância em termos de desempenho tecnológico. Os resultados possibilitam discutir a respeito de futuras formulações de políticas públicas para incentivar a geração de atividades inventivas no Brasil. Além disso, ao intermediarem fluxos de conhecimentos externos e internos, os *gatekeepers* podem melhorar a compreensão de políticas necessárias para construção de um sistema de invenção regional mais eficaz e homogêneo em termos de acesso ao conhecimento tecnológico.

2 ARTIGO 1 - TIPOS DE INTERAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS GRUPOS DE INVENTORES NA REDE DE INVENÇÃO NO BRASIL

Resumo

Na perspectiva de análise de redes de invenção considera-se que possam existir quatro tipos de inventores classificados de acordo com o tipo de interação que exercem com os demais inventores da rede durante o processo de geração de invenções. Tais interações podem ser nulas, somente locais, somente externas ou ao mesmo tempo internas e externas. O artigo tem como objetivo explorar quais características individuais dos inventores brasileiros se relaciona com tais classificações e se há características a serem exploradas que potencializam as chances de inventores se tornarem *gatekeepers*, exercendo papel de intermediadores de conhecimentos internos e externos na rede. Para isso, são analisadas as ligações entre os inventores presentes na rede de invenção do Brasil considerando dados de copatenteamento das produções tecnológicas do país, no período de 2000 a 2012. A abordagem exploratória e descritiva dos dados é realizada pelo método de análise de correspondência múltipla e conjunta e pelo método *logit*. Os resultados sugerem que inventores que patenteiam sozinhos no Brasil caracterizam-se por possuírem conhecimentos mais diversificados que auxiliam a produção inventiva autônoma, porém evidenciam possuir grau educacional menor e conhecimento tecnológico mais básico. De outro modo, inventores que geram produções tecnológicas em parceria no geral caracterizam-se por possuir conhecimento em alta tecnologia e nível educacional mais elevado. Os inventores que interagem apenas com outros inventores locais se caracterizam principalmente por não possuírem elevada capacidade de absorção de conhecimento e estarem inseridos em grandes metrópoles. Em contraposição, inventores que só colaboram com inventores externos à sua região se inserem em regiões não metropolitanas e possuem alta capacidade de absorção de conhecimentos. Além disso, evidencia-se que *gatekeepers* possuem conhecimento especializado e tendem a se inserir em grandes metrópoles e instituições de ensino do país, o que permite inferir que estas instituições colaboram para a renovação de conhecimento regional.

Palavras-chave: Redes de invenção. *Gatekeepers*. Análise multivariada. *Logit*.

Abstract

In the analysis of invention networks, it is considered that there are four types of inventors. These can be classified according to the type of interaction they exercise with other network inventors during the process of generating inventions. Such interaction can be null, only local, only external or internal and external at the same time. The article aims to explore which individual characteristics of Brazilian inventors are related to such classifications and whether there are characteristics to be explored that enhance the chances of inventors becoming *gatekeepers*, playing the role of intermediaries of internal and external knowledge. For this purpose, the connections between the inventors present in the Brazilian invention network are analyzed, considering data on the co-transmission of the country's technological productions from 2000 to 2012. The exploratory and descriptive approach to the data is carried out using the multiple correspondence analysis method and the logit model. The results suggest that inventors who file a patent alone in Brazil are characterized by a more diversified knowledge that provides autonomous innovative production, but they also show evidence of a lower educational level and basic technological knowledge. On the other hand, inventors who generate technological productions in partnership, in general, are characterized by having knowledge in high technology and a higher educational level. Inventors who interact only

with other local inventors are mainly characterized by their low knowledge absorption capacity and their presence in large cities. In contrast, inventors who only collaborate with inventors outside their region are in non-metropolitan regions and have a high capacity for absorbing knowledge. In addition, it is evident that gatekeepers have specialized knowledge and tend to be located in large metropolises and inside educational institutions in the country, which allows us to infer that these institutions collaborate for the renewal of regional knowledge.

Keywords: *Invention networks. Gatekeepers. Multivariate analysis. Logit.*

2.1 INTRODUÇÃO

Atividades inovativas são geradas por meio da combinação de conhecimentos novos e distintos e pode ser facilitada pela proximidade geográfica, em especial, ao promover interações e relações de colaboração entre os agentes (BOSCHMA, 2005). No geral, agentes inovadores criam novidades tecnológicas combinando conhecimentos prévios ou adquiridos por meio de interação com os demais agentes, sendo tais interações o centro do sistema de inovação (NELSON, 1993). Tais interações ajudam a construir redes de invenção as quais conectam parceiros externos permitindo acesso a conhecimento que propicia desenvolvimento econômico regional (RUTTEN; BOEKEMA, 2007). Desse modo, a falta de interação (ligações) com outros agentes da rede pode ser considerada uma evidência de deficiência de capacidade ou habilidades internas à região (GIULIANI; BELL, 2005). Além disso, considera-se que a proximidade tecnológica e de conhecimento permite a absorção e recodificação de conhecimentos externos, mesmo a grandes distâncias geográficas (COHEN; LEVINTHAL, 1990).

Sob a perspectiva de interações locais, o conceito *local buzz* surge como a definição do cenário onde ocorrem trocas de conhecimentos, limitadas geograficamente, entre empresas (BATHELT *et al.* 2004). Desse modo, uma vantagem atrelada ao *local buzz* é que as instituições e os demais agentes localizados em uma mesma região induzem tanto à redução de custos de transação, quanto aumentam a confiança mútua entre os agentes. Nesse cenário, é possível haver trocas de conhecimentos tácitos pela facilidade de contatos *face a face*, assim como colaborações que levam ao aperfeiçoamento de ideias provenientes de diferentes agentes (AARSTAD *et al.*, 2016). Além disso, o *local buzz* é capaz de gerar transbordamento e especialização tecnológica e, conseqüentemente, a melhora no nível de competitividade regional. Contudo, interações excessivas e limitadas geograficamente podem incorrer na situação de *lock-in* regional, *i.e.*, gerar certo aprisionamento tecnológico, situação que ocorre perante a dificuldade em acessar fluxos tecnológicos externos, originando redundância de

conhecimento e dificuldade em superar barreiras locais (BATHELT *et al.*, 2004; MORRISON *et al.*, 2013).

Por outro lado, o *global pipeline* ocorre quando fluxos de conhecimentos são capazes de ultrapassar fronteiras locais, atingindo as demais regiões. Nesse caso, os fluxos de conhecimentos são capazes de se disseminar por regiões distantes geograficamente, produzindo trocas mútuas de conhecimento entre regiões distintas e facilitando até mesmo colaborações internacionais (BATHELT *et al.*, 2004; AARSTAD *et al.*, 2016). Interações a longas distâncias são possíveis graças ao avanço da globalização incorporando o caráter transnacional e de inovações abertas nas redes de invenção (CHESBROUGH, 2006). A vantagem do *global pipeline* é que esta estrutura possibilita o acesso a conhecimentos distintos e não redundantes que podem contribuir para a geração de inovação e maior transbordamento de conhecimento (AARSTAD *et al.*, 2016).

Assim como ocorre em *clusters* de sucesso, atividades regionais inventivas podem ser facilitadas quando há a interação entre o *local buzz* e o *global pipelines* (BATHELT *et al.*, 2004). Nesse sentido, sugere-se que agentes capacitados a interagir com outros agentes, locais e externos, combinem o *local buzz* e o *global pipeline*. Os agentes que possuem como características a capacidade de combinar, intermediar, absorver e disseminar fluxos de conhecimentos são classificados como *gatekeepers*. Os *gatekeepers* são considerados centrais na rede por possuírem o poder de intermediar ligações locais e externas, captando conhecimentos de fora de suas regiões e difundindo-os no sistema de inovação local (GIULIANI; BELL, 2005).

No entanto, os agentes podem exercer outras três classificações de acordo com o tipo de interação que exercem com os demais inventores na rede: inventores isolados, *internal star*, ou *external star*. Inventores isolados são aqueles que, em geral, criam atividades inventivas sozinhos, sem participar de colaborações com os demais inventores presentes na rede. O inventor do tipo *internal star* é considerado central no âmbito interno de sua localidade por possuir apenas ligações com outros inventores colocalizados. O inventor do tipo *external star*, por seu turno, é aquele que apenas possui ligações com inventores de outras localidades, não participando de colaborações inventivas com outros inventores locais.

Contudo, pouco ainda se sabe a respeito das características individuais de cada um dos grupos de inventores mencionados, principalmente na literatura brasileira, e se estas tem relação com o papel e o tipo de interação que o agente possui com os demais inventores. Em vista das possíveis classificações dos agentes quanto ao tipo de interação que podem exercer

na rede de invenção, este artigo busca analisar as características dos inventores das atividades inventivas do Brasil em cada uma das quatro classificações: inventores isolados, *internal star*, *external star* e *gatekeeper*. A fim de atingir o objetivo central da pesquisa e ao mesmo tempo contribuir para a literatura de redes de invenção, buscam-se destacar quais são as características que estão associadas aos quatro tipos de inventores na rede, de acordo com os papéis que exercem na rede inventiva brasileira. E, além disso, como propósito secundário, a pesquisa objetiva explorar as relações existentes entre tais características dos inventores e, por conseguinte, avaliar se existem características mais predominantes a serem exploradas a fim de que um agente possa se tornar central na rede, *i.e.*, classificado como um *gatekeeper*. Sendo assim, a presente pesquisa visa contribuir para a literatura ao trazer à tona as semelhanças entre as características de inventores que possuem o mesmo tipo de interação com os demais na rede de invenção. Com isso, busca-se compreender as qualidades dos inventores e quais características podem ser identificadas ou até mesmo aprimoradas para que haja maior interação entre inventores e trocas de conhecimentos em uma rede de invenção.

Para tanto, são utilizadas análises de correspondência múltipla e conjunta, que permitem verificar a associação entre as similaridades de respostas de variáveis que caracterizam os agentes individuais. Somadas a tais análises e a fim de dar suporte na investigação das hipóteses apontadas neste estudo, são estimados quatro modelos compreendendo a classificação dos inventores brasileiros nos quatro tipos possíveis de inventores da rede por meio de um *logit*. Ao considerar que os inventores possam interagir de maneira distinta ao longo dos anos, o painel *logit* permite investigar separadamente a probabilidade de os inventores serem classificados como um determinado tipo de inventor, em um dado momento, e como outro tipo, em um segundo momento. Para isto, analisa quais variáveis se relacionam com cada tipo de interação.

O artigo está dividido em mais quatro seções, além desta introdução. Na segunda seção é abordada a revisão de literatura a respeito de redes de invenções e a definição dos tipos de inventores nas redes, além de destacar o papel do agente central, *gatekeeper*. A terceira seção apresenta as técnicas estatísticas e a base de dados, destacando as variáveis características consideradas. A quarta seção reúne os principais resultados obtidos e, por fim, apresentam-se as considerações finais da pesquisa.

2.2 REDES DE INVENÇÕES E SEUS TIPOS DE AGENTES

O termo *gatekeeper* surgiu na década de 1960, e se refere a agentes que absorvem conhecimentos de origem externa a sua região e é capaz de disseminá-los a seus parceiros locais (ALLEN; COHEN, 1969). Posteriormente, tais atividades eram atreladas a ganhos monetários e, portanto, *gatekeepers* eram denominados na literatura como “*brokers*”⁴ (GOULD; FERNANDEZ, 1989). Atualmente, em discussões sobre redes de invenções, os *gatekeepers* são considerados agentes centrais na rede, relevantes na superação de barreiras de conhecimentos locais e na renovação de conhecimentos, o que é relevante para uma maior produtividade tecnológica da rede (BRESCHI; LENZI, 2015).

A medida de *gatekeeper* mais usual é a de Gould e Fernandez (1989), que considera como *gatekeepers* os agentes que intermedeiam conhecimentos não redundantes entre agentes internos e externos. No entanto, existem variações dessa medida como o uso de índices de centralidade, consideração de inventores com a medida usual acima da média, medidas refinadas pela intensidade e variedade das ligações, entre outras (GIULIANI; BELL, 2005; GIULIANI, 2011; LEGALLO; PLUNKET, 2016; GRAF, 2011; GRAF; KRUGER, 2009). No mais, não há consenso sobre uma medida universal de *gatekeeper* devido à dificuldade em estabelecer critérios que vão além da presença de ligações internas e externas e que definam, de fato, quem são os *gatekeepers* na rede (GRAF, 2007). No geral, ao observar o perfil dos agentes na rede, a literatura aponta alguns fatores em comum que podem ser considerados características dos *gatekeepers*. Considerando que o investimento em conhecimento tecnológico e a manutenção de relações entre indivíduos levam tempo, acredita-se que agentes de maior produtividade tecnológica inventiva, tenham maior probabilidade de se tornar um *gatekeeper*. Isto ocorre devido à capacidade destes indivíduos em absorver conhecimentos externos e, conseqüentemente, serem mais procurados por agentes locais a fim de obtenção de maior conhecimento (GRAF, 2011). Além disso, assume-se que para que um indivíduo seja capaz de possuir colaborações com agentes externos à sua região, além de ter acesso a tais conhecimentos, deve possuir uma capacidade de compreensão e absorção dos mesmos (COHEN; LENVINHAL, 1990; GRAF, 2011). Sendo assim, não basta que o acesso aos conhecimentos externos e internos esteja disponível, é necessário que isto seja combinado com habilidades prévias de acessar, compreender e recodificar esses conhecimentos externos,

⁴ Na ausência de confiança entre os agentes, os *gatekeepers* eram ditos capazes de mediar negociações de fluxos de conhecimentos e recursos entre agentes internos e externos em troca de quantias monetárias.

o que podemos definir como capacidade de absorção de conhecimentos. Os *gatekeepers* tornariam esses conhecimentos aptos a serem disseminados e absorvidos por outros agentes locais que não possuem a mesma habilidade de absorção. Essa ideia sugere a primeira hipótese a ser investigada pelo presente estudo.

H₁. Há uma relação positiva entre a capacidade de absorção de conhecimento do agente individual e a probabilidade de este se ligar a outros inventores na rede, e, potencialmente, ser um gatekeeper.

Contudo, a importância relativa das ligações mediadas por *gatekeepers* pode variar de acordo com os conhecimentos específicos dos locais a que estes pertencem. Ligações mediadas por tais agentes, em geral, são consideradas ser mais relevantes para regiões de conhecimentos especializados e localizados do que para as regiões de conhecimento mais diversificado. Isto ocorre dado que os *gatekeepers* são capazes de captar conhecimentos de origem externa - de linguagem e conhecimento distinto - recodificando-os a fim de torná-los compreensíveis para demais agentes de sua região de origem (BRESCHI; LENZI, 2015). No caso brasileiro, por exemplo, o sistema de inovação/invenção é considerado como concentrado havendo poucas regiões com registros de patentes (ALBURQUERQUE *et al.*, 2002), o que pode ser associado à ausência de industrialização, níveis educacionais e tecnológicos da população, diversidade tecnológica e concentração empresarial das regiões brasileiras (GONÇALVES, 2007). Nesse sentido, os *gatekeepers* podem ser relevantes no Brasil como meio de acessar conhecimentos externos e potencializar a chances de disseminá-los a outras regiões do país.

Como as análises de redes têm como objetivo investigar a relação entre seus agentes, os *gatekeepers* se destacam como centrais devido à relevância do seu papel na rede como intermediador de ligações internas e externas. Não obstante, em um sistema regional, nem todos são capazes ou incentivados a interagir com agentes locais e externos (ALLEN, 1969; GIULIANI; BELL, 2005). Cabe salientar que perante as características e interesses do local onde se inserem, é possível existir outros tipos de agentes individuais, além dos *gatekeepers*, que exercem papéis distintos, porém também relevantes diante do sistema da rede de invenções. Somada à possibilidade de os agentes exercerem papéis distintos na rede, estes também podem mudar de papel ao longo do tempo, podendo vir a se tornar um *gatekeeper* em algum dado momento. Do mesmo modo, *gatekeepers* podem deixar de se comportarem como tal (GIULIANI, 2011). Isto ocorre devido às variações das medidas de *gatekeepers* e a existência de outros tipos de interações com outros agentes na rede.

Em alguns casos, é possível que inventores prefiram reter os conhecimentos adquiridos externamente, não os difundindo para os demais agentes que interagem ou pertençam à sua região. Este tipo de agente é denominado *external star*, sendo aquele que possui variadas ligações com agentes de outras regiões, mas não são capazes ou não estão dispostos a disseminar os conhecimentos adquiridos externamente em sua região de origem. Isso pode ocorrer devido a uma competição regional e uma consequente resistência em divulgar conhecimentos relevantes. Tais indivíduos são caracterizados por possuírem muitas ligações externas e nenhuma (ou rara) ligação interna à região (GIULIANI; BELL, 2005; GIULIANI, 2011; MORRISON *et al.*, 2013).

Em outros casos, os inventores podem estar vinculados a uma situação de *local buzz*, *i.e.*, possuem diversas ligações com agentes localizados em sua região e nenhuma ligação com agentes externos. Nessa situação, eles podem ser considerados *internal star* e serem caracterizados por possuir conhecimentos específicos e pertencerem a uma rede fechada, ou com conhecimento tecnológico restrito ou especializado, e de ligações densas. Esse fato sugere que tais inventores possam incorrer em *lock-in* tecnológico, uma vez que os *internal stars*, apesar de auxiliarem seus contatos a se ligarem externamente, por si só são pobres em ligações externas e possuem densas ligações internas (ALLEN; COHEN, 1969; THUSMAN; SCANLAN, 1981).

Por fim, podem existir agentes que estão associados à ausência de ligações tanto internas, quanto externas. Entretanto, estes são capazes de gerar produções tecnológicas, de maneira isolada e autossuficiente, participando ativamente do sistema de invenção e sendo denominados nós isolados. (GIULIANI; BELL, 2005; GIULIANI, 2011). Tais inventores tendem a possuir conhecimentos mais limitados ou básicos tecnologicamente por não se ligarem a demais agentes e, conseqüentemente, não serem capazes de absorver conhecimentos diversificados.

A capacidade de absorção de conhecimento do indivíduo, assim como a maneira como este se relaciona e é incentivado a se relacionar com os demais agentes (locais ou externos), pode ter uma associação com os incentivos do seu ambiente de trabalho. Como organizações privadas e públicas possuem objetivos distintos quanto à transferência de conhecimentos e participação em atividades de colaborações com as demais instituições, acredita-se que organizações públicas são mais propensas a participar de colaborações, seja com outras instituições públicas, ou com privadas (GRAF, 2011).

No Brasil, a Lei de Inovação, que entrou em vigor em 2004, visa promover mais inovação no setor produtivo a fim de alterar o cenário onde 73% dos cientistas têm como origem as instituições públicas, em contraposição a 11% pertencentes às empresas privadas (PEREIRA; KRUGLIANSKAS, 2005). Tais ideias reforçam a tese de grande participação em colaborações por parte de inventores pertencentes às instituições públicas no país. Portanto, essa é a segunda hipótese a ser investigada para o caso da rede de copatenteamento no Brasil.

H₂. Pertencer a uma organização pública eleva as chances de o agente se ligar a outros agentes, e, potencialmente, ser um gatekeeper.

Considerando os dados de atividade inventivas dos EUA, ao se avaliar as patentes universitárias e do governo, entre 1975-1979 e 2001-2005, há evidências de um aumento da participação universitária principalmente na área da biotecnologia e semicondutores. Por outro lado, a participação do governo, cresceu apenas na área da biotecnologia. Entre as patentes governamentais e universitárias, verifica-se que houve elevação nas áreas farmacêuticas e biotecnológicas e declínio na aeroespacial, comunicação óptica e semicondutores (POWELL; GIANNELLA, 2010). Todavia, é possível ressaltar evidências que 90% de coautores de patentes de biotecnologia são vinculados a universidades ou organizações de pesquisa (GITTELMAN, 2007).

Além disso, cabe destacar que os esforços de pesquisas universitárias e de instituição de ensino estão cada vez mais inseridos em atividades colaborativas, inclusive participação industrial, promovendo assim a invenção coletiva. Universidades e organizações de pesquisa e desenvolvimento (P&D) buscam atingir o desenvolvimento sustentável de regiões por meio da transferência e aplicação de seus conhecimentos. Contudo, para que haja maior efetividade em atingir este objetivo, é necessário que estas, junto a outras organizações públicas, elevem as ligações existentes entre si, e ao mesmo tempo, se conectem com o setor produtivo (NELSON, 2007). De acordo com Freeman (1987), as universidades são tão importantes quanto os outros tipos de organizações para um sistema de inovação interativo. Firms com base em conhecimento científicos subjacentes às universidades tendem a produzir produtos mais intensivos em P&D e com maiores oportunidades de mercado externo, além de serem fontes de conhecimento para firmas de setores tradicionais e de produção intensiva (PAVITT, 1984). A boa *performance* em pesquisas básicas é associada às ligações com redes externas e universidades (FREEMAN, 1991), enquanto a universidade como empreendedora potencializa as chances das pesquisas serem comercializadas (ETZKOWITZ, 2006).

Um modelo de invenção que une as universidades, o setor privado e o setor público, é o sistema de incubadoras. A lei de inovação (Lei 10.973/2004) é responsável por autorizar que empresas se insiram em ambiente público a fim de compartilhar infraestrutura, equipamentos e recursos humanos, levando a geração de inovação e desenvolvimento tecnológico (BRASIL, 2004; PEREIRA; KRUGLIANSKAS, 2005). Ao se analisar o caso brasileiro, há evidências de que colaborações universidade-empresa são motivadas pela troca de novidades tecnológicas, possibilidade de as empresas inovarem, e acesso a financiamento de pesquisas, além do desenvolvimento de novos conhecimentos. Artigos acadêmicos, assim como teses de pós-graduação, são as maiores referências das colaborações, seguidos de patentes e novos produtos. Ademais, considerando-se o desenvolvimento de novos produtos, evidencia-se que as colaborações com universidades sejam relevantes para as áreas de automação, metalurgia, equipamentos eletrônicos, alimentação, química, farmácia e transporte (MARQUES; FREITAS, 2010) – que em sua maioria podem ser consideradas áreas altamente tecnológicas.

Dentre os meios de se promover inovação, os parques tecnológicos podem ser considerados como uma estrutura que viabiliza a parceria e colaboração entre empresas, até mesmo rivais, e entre empresas e organizações públicas e instituições de pesquisas. Ao considerar os parques tecnológicos do Rio Grande do Sul (Tecnosinos, Tecnopuc e Feevale *Techpark*), tem-se que as universidades foram apontadas como as maiores colaboradoras das inovações geradas pelos parques (TARTARUGA, 2018). Desse modo, tais evidências sugerem a última hipótese a ser investigada.

H₃. Pertencer a organizações de ensino eleva as chances de o agente individual se ligar a outros agentes, e, potencialmente, ser um gatekeeper.

Ao se investigarem as três hipóteses: (1) atreladas às interações entre os inventores e a presença de características como capacidade de absorção de conhecimento; (2) pertencimento às instituições de administração pública; e (3) pertencimento às instituições de ensino, busca-se compreender as características dos inventores presentes no sistema de invenção do Brasil sob a perspectiva de redes de colaborações inventivas.

No Brasil, o sistema de invenção é considerado como concentrado havendo poucas regiões com registros de patentes (ALBUQUERQUE *et al.*, 2002). Consequentemente, ao se explorarem as características presentes em inventores capazes de intermediar conhecimentos regionais e extrarregionais, busca-se associar tais atributos e inventores como ferramentas

para a promoção de maior fluxo de conhecimento tecnológico e, conseqüentemente, maior produção de atividades inventivas em regiões distintas.

Em um sistema de redes de invenção, inventores pertencentes a regiões distantes e organizações distintas se interligam, trocam conhecimentos e geram atividades inventivas, estas por incorporarem maior grau de conhecimento são consideradas mais propensas a gerar inovações. Nesse sentido, redes de invenções no caso brasileiro seriam estruturas capazes de tornar o sistema de invenção regional mais homogêneo. Isso ocorreria, dado que a estrutura de redes é capaz de interligar regiões menos inventivas com as regiões de maior conhecimento tecnológico auxiliando na superação de barreiras tecnológicas locais e gerando vantagens tecnológicas para regiões com menor conhecimento tecnológico.

Nesse sentido, considera-se que a melhora na competitividade tecnológica e econômica pode surgir de políticas que apoiam a existência de redes (KOSCHATZKY, 2001). No entanto, a criação de uma rede gera custos aos responsáveis, provenientes de contratos e transação dos envolvidos, tais custos podem até mesmo ultrapassar os benefícios privados não havendo incentivos para sua criação por parte de empresas. Ademais, os benefícios gerados pela rede podem ser disseminados e absorvidos por toda a sociedade, levando à discussão de bem público *versus* bem privado. Para que haja menor chance de falha na criação e manutenção do sistema de rede, a escolha dos colaboradores deve ocorrer junto aos agentes envolvidos e deve haver priorização do fortalecimento das estruturas de redes preexistentes em vez de focar apenas em novas relações (HAMALAINEN; SCHIENSTOCK, 2000).

2.3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

O artigo objetiva verificar quais são as características individuais dos inventores atreladas à classificação do mesmo, conforme o tipo de interação que exercem com os demais inventores na rede de invenção do Brasil. Ademais, objetiva avaliar quais destas características podem ser exploradas a fim de que um inventor possa potencialmente se tornar um agente central na rede, ou seja, um *gatekeeper*. Para isso, o artigo procura associar as variáveis de características individuais dos inventores às quatro possíveis classificações que possuem na rede: inventor isolado, *internal star*, *external star* e *gatekeeper*.

Para uma melhor compreensão da associação entre as variáveis e o tipo de inventor são utilizadas metodologias distintas. A análise de correspondência múltipla e conjunta é utilizada para se compreender a inter-relação das similaridades de respostas quanto às

características individuais dos inventores e sua classificação conforme o tipo de interação com demais inventores na rede brasileira. O modelo *logit* com efeitos fixos auxilia no suporte às hipóteses investigadas e na investigação das características dos tipos de inventores do Brasil. Adicionalmente, o *logit* investiga a probabilidade de o mesmo inventor poder exercer cada uma de classificações quanto ao tipo de interação. Ou seja, considera que um mesmo inventor possa mudar a maneira de interagir com os demais inventores ao longo dos anos.

2.3.1 Base de dados e variáveis

Para investigar as características dos tipos de inventores da rede de invenção brasileira quanto ao tipo de interação que exercem com os demais inventores na rede, serão utilizados dados do INPI⁵. Por se tratar de uma base de dados de depósitos patente, o presente estudo restringiu-se às informações referentes aos inventores das patentes depositadas no período de 2000 a 2012.

Por meio de informações dos inventores, presentes na base do INPI, como Cadastro Pessoa Física (CPF)⁶ e nome compatibilizaram-se os inventores aos microdados da RAIS, de onde se retiraram informações, características individuais dos mesmos: como nível educacional, ambiente de trabalho e município de origem no momento do depósito da patente. Para as definições de ligações externas e/ou internas dos tipos de inventores na rede são utilizadas informações sobre a região onde o inventor e seus parceiros se localizam. Portanto, excluiu-se da amostra inventores que não possuíam informação sobre a região de origem, os quais representavam menos de 10% da amostra inicial. Sendo assim, a amostra compreende um total de 48.022 inventores que tiveram pedidos de patentes de suas atividades inventivas depositados no INPI ao longo dos anos de 2000 a 2012. No entanto, a fim de atingir o objetivo proposto pela presente pesquisa, a amostra foi posteriormente organizada tanto no formato de dados em *cross-section* quanto em painel anual de inventores, sendo este não balanceado⁷. Para classificar os inventores conforme o tipo de interação com os demais inventores na rede, como exemplificado pelo Quadro 1, identificaram-se nos documentos de

⁵ Cabe destacar que os dados do INPI possuem a limitação de apenas considerar a apropriabilidade e a relação entre inventores captada por informações contidas no documento da patente.

⁶ A consulta aos dados da RAIS por meio do CPF só é possível a partir de 2002, anos anteriores (2000 e 2001) foram consultados por meio dos números do cadastro no Programa de Integração Social (PIS) e Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PASEP).

⁷ Como nem todos inventores inventam todos os anos e algumas variáveis apresentam dados faltantes para determinados inventores e períodos, é inviável a construção de um painel balanceado sem *viés*. Portanto, a presente amostra também compreende um painel de dados não balanceado com 214.448 observações, compreendendo os 48.022 inventores que não se repetem todos os anos.

depósitos das patentes informações sobre a existência ou não de coinventores da mesma região de origem ou de regiões externas. O Quadro 2 resume os quatro tipos de classificação dos inventores: inventor isolado, *internal star*, *external star* e *gatekeeper*. Já, a Figura 1 auxilia na compreensão das mesmas ao representar graficamente o esquema do Quadro 1 e melhor identificar os tipos de inventores de acordo com os quatro tipos de classificações.

Como é possível identificar no Quadro 1, a patente 1 foi criada pela parceria de dois inventores (A e B) pertencentes a São Paulo, contabilizando-se para ambos os inventores 1 (uma) ligação interna. A patente 2 foi criada apenas pelo inventor C pertencente ao Rio de Janeiro, não havendo ligações por parcerias internas ou externas. A patente 3 foi criada pela cooperação entre três inventores, sendo B com origem em São Paulo e os inventores D e E com origem em Belo Horizonte, portanto, contabilizam-se 2 (duas) ligações externas para o inventor B, e, 1 interna e 1 externa para os inventores D e E. A patente 4, assim como a patente 1, foi criada por dois inventores de São Paulo (A e F) contabilizando-se também 1 (uma) ligação interna para cada. A patente 5, assim como a patente 2, foi criada sem parcerias pelo inventor G pertencente a São Paulo, não existindo ligações internas ou externas a serem contabilizadas para o mesmo. Por último, a patente 6 foi gerada por quatro inventores, H pertencente ao Rio de Janeiro, B e G pertencentes à São Paulo e D com origem em Belo Horizonte, contabilizando-se 3 (três) ligações externas para o inventor H, 3 (três) ligações externas para o inventor D, e 2 (duas) ligações externas e 1 (uma) interna para os inventores B e G.

Quadro 1 – Exemplos de identificação do tipo de ligação de inventores por patentes

| Patente | Inventor | Região | Ligação Interna | Ligação Externa |
|---------|----------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | A | São Paulo | 1 | - |
| 1 | B | São Paulo | 1 | - |
| 2 | C | Rio de Janeiro | - | - |
| 3 | B | São Paulo | - | 2 |
| 3 | D | Belo Horizonte | 1 | 1 |
| 3 | E | Belo Horizonte | 1 | 1 |
| 4 | A | São Paulo | 1 | - |
| 4 | F | São Paulo | 1 | - |
| 5 | G | São Paulo | - | - |
| 6 | H | Rio de Janeiro | - | 3 |
| 6 | B | São Paulo | 1 | 2 |
| 6 | D | Belo Horizonte | - | 3 |
| 6 | G | São Paulo | 1 | 2 |

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Dado o número de ligações de cada inventor por patente, estas são somadas por inventor para o período de análise considerado e cada inventor é classificado conforme o Quadro 2. Sendo assim, quando o inventor não possui ligações com parceiros internos ou externos à sua região, este é classificado como inventor do tipo isolado, *i.e.*, gerou a patente sem parceria com outros inventores da rede. Quando o inventor apenas possui ligações com parceiros internos à sua região, não havendo presença de coinventores pertencentes a outras regiões (ligações externas), este é denominado *internal star*. Os inventores que possuem apenas ligações com parceiros externos à sua região de origem são denominados *external stars*. Se o inventor possui tanto ligações com parceiros internos quanto externos à sua região, por se tratar de um agente capaz de captar conhecimento externo e interagir com inventores locais, este é considerado como passível de exercer o papel de *gatekeeper*.

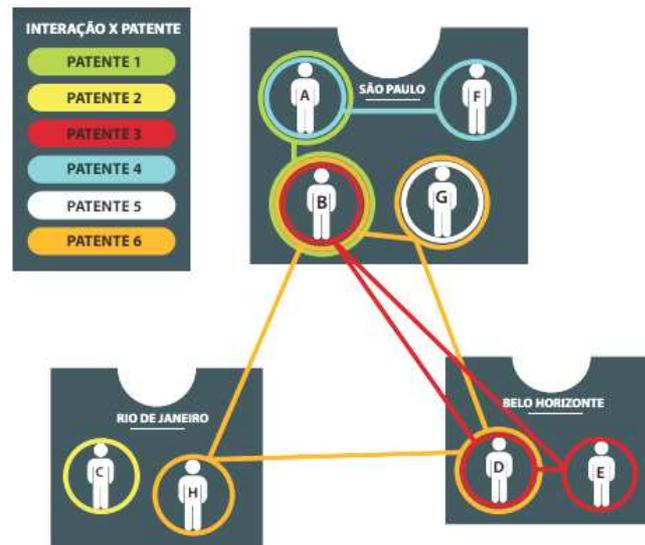
Quadro 2 - Classificação do tipo de inventor

| Classificação <i>Tipo de inventor</i> | Presença de Parceiro/ Ligação interna a região | Presença de Parceiro/ Ligação externa a região |
|--|---|---|
| 1 – isolado | Não | Não |
| 2- <i>Internal Star</i> | Sim | Não |
| 3- <i>External Star</i> | Não | Sim |
| 4- <i>Gatekeeper</i> | Sim | Sim |

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

É possível verificar pela Figura 1 que dentre os inventores do exemplo do Quadro 1, classifica-se como inventor isolado apenas o inventor C, que não interage com outros inventores internos ou externos a sua região durante o processo de patenteamento no período, ou seja, não possui coautor em sua invenção. Como *internal stars* são classificados os inventores A e F, que só possuem interação (coautoria) com inventores de sua região no período, neste caso, São Paulo. O *external star* é representado pelo inventor H que possui interação com demais inventores na geração da patente 6, no entanto, tais coautores são provenientes de regiões externas ao Rio de Janeiro. E os *gatekeepers* são representados pelos inventores B, D, E e G que possuem patentes em que interagem tanto com inventores colocalizados quanto externamente localizados em sua região de origem.

Figura 1 - Representação da interação de inventores por patentes na rede de invenção



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Como forma de investigar quais variáveis estão relacionadas com a caracterização⁸ dos inventores com um tipo específico de classificação conforme o tipo de interação que exercem com os demais inventores presentes na rede de invenção do Brasil considera-se: as informações do nível de educação, conhecimento tecnológico, e o ambiente de trabalho em que os inventores se inserem. A maior parte das variáveis investigadas têm características binárias e estão resumidas junto às suas estatísticas⁹ descritivas, considerando os dados em *cross-section*, na Tabela 1 e na Tabela 2, que reúne as médias das variáveis por grupo de tipo de inventor para o período investigado (2000-2012). Contudo, cabe destacar que todas as variáveis, dependentes e explicativas, também foram construídas para a amostra de dados em painel¹⁰ anual de inventores seguindo a mesma lógica para a amostra *cross-section*, diferindo-se da mesma apenas pela variação anual.

O grau de conhecimento tecnológico diversificado, medido pela variável *diversificação tecnológica*, é dado pelo número de classes tecnológicas distintas em que o

⁸ Cabe destacar que as informações para a caracterização dos inventores são restritas, sendo a maioria dos dados obtidos na forma qualitativa. A escassez de trabalhos que caracterizam os agentes das redes de invenções no Brasil pode ocorrer devido à dificuldade em acessar dados pessoais dos mesmos e compatibilizá-los com os dados das produções inventivas do país. Além disso, é complexo comparar tais medidas em regiões com comportamento inventivo heterogêneo e inventores posicionados de maneira tão distinta na rede.

⁹ A matriz de correlação das variáveis explicativas se encontra no Apêndice (A1), e evidencia ausência de multicolinearidade.

¹⁰ As estatísticas descritivas para a amostra de dados em painel se encontram em poder dos autores da presente pesquisa e podem ser solicitadas, caso necessário.

inventor possui patentes depositadas em relação ao total de patentes depositadas pelo inventor, produzidas em parceria ou não. Para isto, considera-se a classificação internacional de patentes (IPC) de quatro dígitos, que compreende a existência de 32 grupos tecnológicos. Esta variável tem como objetivo relacionar a diversidade de conhecimento tecnológico do inventor com o tipo de interação que este possui com os demais inventores na rede de invenção do Brasil.

A variável de *conhecimento em alta tecnologia* objetiva verificar a relação entre possuir conhecimento tecnológico de cunho mais elevado e o tipo de interação com os demais inventores durante o processo de geração de atividades inventivas na rede. Esta variável é dada pelo número de patentes do inventor classificadas nas classes de patentes de alta tecnologia, pela classificação IPC-4 dígitos¹¹, dividida pelo número total de patentes depositadas pelo inventor no período de análise, produzidas em parceria ou não.

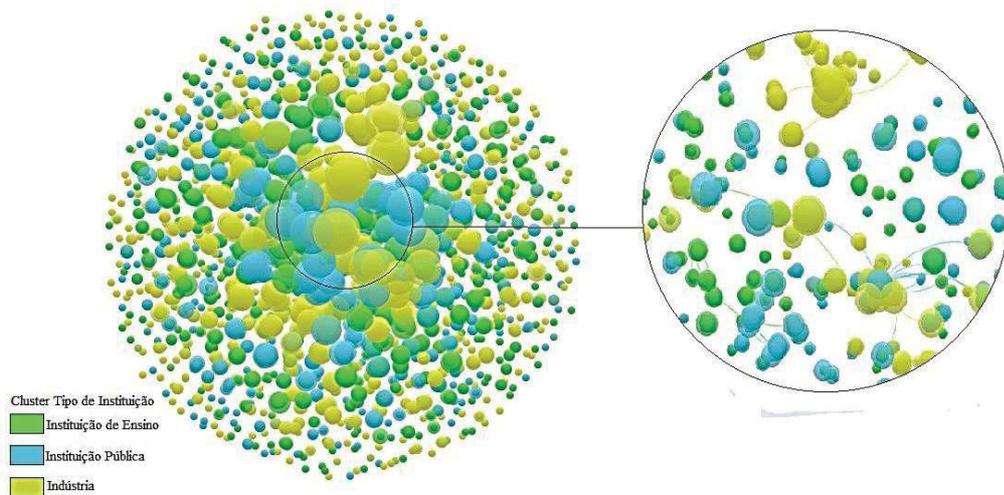
Posto que ocorreram depósitos de patentes produzidas em parcerias, assume-se que há capacidade de absorção de conhecimentos por parte dos inventores na rede. A variável denominada como *capacidade de absorção* é dada pelo tamanho de equipe do inventor representada pelo número de inventores distintos registrados como participantes (coautores) da criação da patente depositada no INPI pelo inventor analisado. Esta variável pode ser considerada como uma medida da capacidade de absorção de conhecimento diversificado do inventor, levando-se em consideração o tamanho da equipe geradora da patente como fonte de conhecimento, que é diretamente absorvido pelo inventor, assim como em Graf (2011). Dado que contatos diretos e face a face levam à absorção de conhecimento tácito, assume-se que, quanto maior o tamanho de equipe do inventor durante a criação da invenção, maior é a absorção de conhecimentos do inventor.

Com o objetivo de captar o grau de formação dos inventores, foram inseridas *dummies* que captam se eles possuem ensino superior completo – variável *ensino superior* - ou se possuem título de mestrado ou doutorado – variável *pós-graduação*. Neste caso, as variáveis assumem o valor 1 caso o inventor possua, respectivamente, titulação em ensino superior e título de mestre e/ou doutor, e, 0, caso o contrário. Tais variáveis estão associadas ao fato de que agentes com maior grau de ensino são mais aptos a assimilar conhecimentos novos e de origens distintas. Logo, também podem ser consideradas medidas da capacidade de absorção de conhecimento específico deles.

¹¹ As classes tecnológicas consideradas como de alta tecnologia compreendem os tecnologias dentro dos setores de tecnologia computacional e negócios automatizados, aviação, engenharia genética, *lasers*, semicondutores, tecnologia da telecomunicação e biotecnologia (EUROSTAT, 2014).

A fim de investigar a relação do ambiente de trabalho do inventor com o seu tipo de interação com os demais inventores na rede de invenção, consideram-se *dummies* de instituição pública¹², instituição de ensino¹³ e indústria. Essas assumem valor 1, caso os inventores pertençam a alguma delas, e 0, caso contrário.

Figura 2 - Comportamento das ligações entre as instituições na rede brasileira de invenção (Período 2000-2012)



Fonte: Elaborada pelos autores (2021) com base nos dados do INPI e RAIS.

A Figura 2 ilustra a disposição das ligações entre inventores pertencentes a cada um dos três tipos de instituição no Brasil. É possível identificar que há homogeneidade entre os tamanhos dos nós (inventores), considerando os três tipos de instituições. Além disso, pode-se verificar a presença de ligações diretas entre nós pertencentes às indústrias, ocasionando um *cluster* de ligações industriais (amarelo). Destaca-se ainda a existência de incidências de ligações entre nós pertencentes à Instituição de Ensino (verde) e à Instituição Pública (azul), assim como ligações entre agentes provenientes de Instituição Pública (azul) e da Indústria (amarelo).

Além dessas variáveis, considera-se como controle o tamanho da organização - ambiente de trabalho - cujo inventor faz parte, denominada *grande organização*. Essa variável assume valor 1 caso o inventor pertença a uma organização com mais de 1000 (mil) funcionários, e 0, caso contrário. A presença dessa variável é explicada por empresas maiores

¹² As atividades de ensino e de saúde, mesmo quando exercidas pelo Estado, não são classificadas pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) como atividades de administração pública.

¹³ Compreende toda e qualquer unidade que realiza atividade de ensino público ou privado.

possuírem maiores incentivos a colaborações externas a fim de superar barreiras tecnológicas, e por essas interações constituírem uma maneira mais rápida e de menor custo de obter tecnologias e conhecimentos novos.

Por último, inclui-se uma variável de pertencimento à região metropolitana, *metrópole*, que assume o valor 1 se o inventor pertence a uma região metropolitana, e 0, caso contrário. Essa variável tem como objetivo controlar o fato de regiões metropolitanas, em geral, aglomerarem instituições e empresas, facilitando a interação entre agentes. Economias de aglomeração são incentivadoras de invenções dado que ocasionam a troca de conhecimentos entre os agentes mais dinâmicos da economia, como as indústrias de alta tecnologia (SCOTT *et al.* 2001). No Brasil, regiões como São Paulo, Campinas, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Porto Alegre, além de se destacarem como metrópoles, também são consideradas regiões centrais na rede de invenção. Essas são caracterizadas por sediarem grandes universidades, centros de pesquisas, além de empresas de cunho nacional e filiais de multinacionais, concentrando muitas ligações nas redes e funcionando como canais do fluxo de conhecimento (DE ARAUJO *et al.* 2019).

A Tabela 1 reúne as definições das variáveis explicativas, assim como suas estatísticas descritivas – sem considerar a classificação dos inventores conforme o tipo de interação que exercem com os demais inventores na rede. Por meio da Tabela 1, é possível verificar que a média de inventores com título em pós-graduação (mestrado e/ou doutorado) é inferior à média de inventores apenas com ensino superior no Brasil. Além disso, os inventores no Brasil apresentam maior média de inserção na indústria, seguidos pela presença em instituições de ensino e instituições públicas do país.

Tabela 1 - Descrição e estatísticas das variáveis na amostra *cross-section* de 2000-2012

| Variável | Descrição | Média | D.P. | Min | Max |
|--|--|-------|------|-----|-----|
| <i>Conhecimento em alta tecnologia</i> | $\left(\frac{\text{patentes de alta tecnologia do inventor}}{\text{total de patentes do inventor}}\right)$ | 0,11 | 0,29 | 0 | 1 |
| <i>Diversificação tecnológica</i> | $\left(\frac{\text{patentes em classes tec. distintas por inventor}}{\text{total de patentes do inventor}}\right)$ | 0,90 | 0,43 | 0 | 5 |
| <i>Capacidade de absorção</i> | <i>nº máximo de parceiros por patente</i> | 2,17 | 4,98 | 0 | 48 |
| <i>Ensino superior</i> | Variável binária = 1 se possui curso superior. | 0,59 | 0,49 | 0 | 1 |
| <i>Pós-graduação</i> | Variável binária = 1 se possui mestrado/ doutorado. | 0,12 | 0,32 | 0 | 1 |
| <i>Instituição de ensino</i> | Variável binária = 1 se pertence à instituição de ensino pública ou privada. | 0,22 | 0,42 | 0 | 1 |
| <i>Instituição pública</i> | Variável binária = 1 se pertence à instituição de administração pública, exceto de saúde e de ensino. | 0,20 | 0,40 | 0 | 1 |
| <i>Indústria</i> | Variável binária = 1 se pertence à indústria. | 0,32 | 0,47 | 0 | 1 |
| <i>Grande organização</i> | Variável binária = 1 se pertence a grande organização. | 0,30 | 0,46 | 0 | 1 |
| <i>Metrópole</i> | Variável binária = 1 se pertence à região metropolitana. | 0,72 | 0,45 | 0 | 1 |

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) com base nos dados do INPI e RAIS.

No entanto, os grupos de tipos de inventores, de acordo com o tipo de interação que exercem com os demais inventores na rede, são heterogêneos entre si, *i.e.*, possuem médias distintas. Tendo em vista a identificação da presença de médias distintas dos grupos de inventores, cabe a investigação do comportamento dessas médias, reportadas na Tabela 2.

Logo, verifica-se por meio da Tabela 2 que o grupo de inventores isolados, que inventam sem colaboração com os demais inventores na rede, totaliza 28.796 inventores no período considerado. Estes apresentam maiores médias de inventores com diversificação tecnológica, se comparado às demais classificações de inventores, e, de inventores que possuem titulação em pós-graduação. Além disso, a média destes inventores que estão inseridos em indústria é mais elevada em comparação aos que estão inseridos em instituição de administração pública ou instituição de ensino.

Os *internal stars* compreendem 9.939 inventores do período de análise. Esse grupo de inventores apresenta uma média levemente superior às demais classificações quanto ao pertencimento a metrópoles. Além disso, também apresentam em média mais inventores inseridos na indústria, seguidos de inserção em instituição de ensino e instituição pública.

Os *external stars* abrangem 3.927 inventores da base de dados utilizada. Estes, assim como os *internal stars*, possuem maiores médias de pertencimento à indústria, também

seguidos de participação em instituição de ensino e instituições públicas. Esse resultado está de acordo com as evidências encontradas para os parques industriais localizados no Rio Grande do Sul, cujos resultados apontam para existência de colaboração com agentes estrangeiros como forma de canal global de elevação da capacidade inovativa das empresas (TARTARUGA, 2018).

Tabela 2 - Médias das variáveis por tipo de inventores na amostra *cross-section* de 2000-2012

| Variáveis | Isolados N=28.796 | <i>Internal star</i> N= 9.939 | <i>External star</i> N=3.927 | <i>Gatekeeper</i> N=5.360 |
|--|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| <i>Conhecimento em Alta Tecnologia</i> | 0,07 | 0,14 | 0,16 | 0,23 |
| <i>Diversificação tecnológica</i> | 0,93 | 0,87 | 0,87 | 0,79 |
| <i>Capacidade de absorção</i> | - | 2,46 | 4,60 | 11,44 |
| <i>Ensino superior</i> | 0,44 | 0,67 | 0,75 | 0,88 |
| <i>Pós-graduação</i> | 0,04 | 0,15 | 0,19 | 0,30 |
| <i>Instituição de ensino</i> | 0,10 | 0,29 | 0,32 | 0,49 |
| <i>Instituição pública</i> | 0,16 | 0,21 | 0,20 | 0,30 |
| <i>Indústria</i> | 0,31 | 0,34 | 0,39 | 0,29 |
| <i>Grande organização</i> | 0,20 | 0,36 | 0,38 | 0,53 |
| <i>Metrópole</i> | 0,71 | 0,74 | 0,67 | 0,73 |

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) com base nos dados do INPI e RAIS.

O grupo dos *gatekeepers* é composto por 5.360 inventores no período de análise e estes apresentam maiores médias de grau de conhecimento em alta tecnologia e capacidade de absorção de conhecimento, em comparação com as demais classificações de tipo de inventor. Ao contrário do encontrado para os demais grupos, os *gatekeepers* apresentam as menores médias de inventores inseridos na indústria, sendo também o grupo de inventores que possuem maior média de inserção em instituições de ensino.

2.3.2 Metodologia¹⁴

A metodologia utilizada nesta pesquisa compreende os métodos de análise de correspondência múltipla e conjunta, para dados em *cross-section*, e o modelo *logit* com efeitos fixos, para dados em painel anual de inventores, melhor definidos no decorrer dessa seção. Este é um trabalho pioneiro que objetiva explorar quais características individuais estão associadas ao tipo de interação exercido pelos inventores na rede de invenção. Juntas, as análises objetivam extrair informações a respeito das características dos grupos de inventores brasileiros associadas ao tipo de interação que exercem com demais inventores na rede; investigar as probabilidades de classificação dos tipos de inventores presentes na rede de

¹⁴ Os conceitos mencionados têm por base Johnson e Dean (2007) e Wooldridge (2010).

invenção do país ao longo dos anos de análise considerando que o mesmo inventor pode se comportar de maneira distinta ao longo dos anos; e dar suporte às hipóteses investigadas a respeito dos *gatekeepers*.

Neste caso, a utilização de técnicas como a de correspondência múltipla e conjunta, definida na seção 2.3.2.1, é considerada adequada dado que permite ampla exploração das associações de similaridades de respostas das variáveis consideradas intragrupos de indivíduos. Como se classifica os inventores de acordo com o tipo de interação que exercem com os demais na rede, o método permite compreender as similaridades das características dos inventores de um mesmo grupo. Logo, é possível identificar características comuns entre os inventores que inventam sozinhos, assim entre os que colaboram apenas com outros inventores locais; ou daqueles que apenas colaboram com inventores de outras regiões ou até mesmo os que intermedeiam conhecimentos locais e externos à sua região.

O uso do modelo *logit*¹⁵ de efeitos fixos, definido na seção 2.3.2.2, considerando um painel anual de inventores, também se mostra adequado conforme testes estatísticos e variação dos dados. O modelo permite controlar a heterogeneidade individual e investigar a probabilidade de os inventores se classificarem como determinado tipo de inventor na rede. Além disso, o método é adequado ao utilizar variáveis dependentes binárias, considerando que um mesmo inventor possa, ao longo do período de análise, interagir com os demais inventores de maneira distinta, e conseqüentemente, ser classificado como um tipo de inventor distinto ao longo do período.

2.3.2.1 Análise de correspondência múltipla e conjunta

A análise de correspondência múltipla e conjunta (ACM) é um método de análise multivariada que prescinde a normalidade das variáveis e é apropriada em casos em que haja mais de duas variáveis categóricas (binárias), como ocorre na presente pesquisa cuja base de dados utilizada compreende várias variáveis *dummies*.

Essa técnica é utilizada quando há interesse em reduzir as correspondências entre os dados das variáveis categóricas em dimensões¹⁶ menores para compreender a associação entre

¹⁵ O modelo, *logit* ao contrário do *Probit*, permite acomodar a heterogeneidade dos dados por meio da abordagem de efeitos fixos. Contudo, todas as análises também foram estimadas por *probit*, incluindo a abordagem de *Chamberlain* e mínimos quadrados generalizados, sendo que os resultados foram semelhantes em termos de sinal e podem ser solicitados aos autores da presente pesquisa a fim de checagem.

¹⁶ Dependendo da quantidade de variáveis utilizadas e a qualidade de representação dos resultados, os escores gerados pelo método podem ser utilizados como variáveis contínuas.

as similaridades de respostas dentro de uma amostra considerada. Sendo a inércia total principal uma forma de verificar se a associação entre as variáveis é estatisticamente significativa.

Seguindo tais medidas de qualidades e pré-requisitos do método e dado que as variáveis explicativas consideradas são em sua grande maioria variáveis binárias e não se verifica a normalidade¹⁷ dos dados, esse é considerado um método apropriado para a presente análise. No mais, como o interesse do estudo é a compreensão das características dos diferentes tipos de inventores na rede de invenção do Brasil, o método se mostra como adequado. O método permite analisar as similaridades de respostas das características dos inventores dentro de um mesmo grupo e mantendo de forma satisfatória a estrutura dos dados originais. Logo, a técnica permite investigar quais características dos inventores são mais relevantes e similares entre os quatro grupos de inventores classificados previamente conforme o tipo de interação que exercem na rede: inventores que interagem com os demais inventores na rede apenas no âmbito local (*internal stars*); inventores que geram atividades inventivas apenas com inventores externos (*external stars*); inventores que interagem com parceiros internos e externos a sua região (*gatekeepers*); ou inventores que geram atividades inventivas de maneira isolada (*inventores isolados*).

A ACM utiliza uma matriz indicadora, no caso de poucas observações, e uma matriz *Burt*, que é uma tabulação cruzada. Ambas são responsáveis por explorar e analisar as relações entre um conjunto de variáveis categóricas. No entanto, estas matrizes são sujeitas a inflar as distâncias qui-quadrado entre os perfis colunas – vetor de proporção das frequências em relação ao total de cada coluna – e a inércia total – verifica se a associação entre as variáveis é estatisticamente significativa. O método de análise de correspondência conjunta tem como princípio corrigir esse problema por meio de uma matriz que considera apenas os elementos fora da diagonal da matriz *Burt*. Logo, são executadas m interações substituindo os elementos de fora por elementos da matriz de aproximação até que as variações das interações sejam inexpressivas.

2.3.2.2 *Logit* binomial

Como no presente estudo o interesse se pauta na investigação sobre a caracterização dos inventores pertencentes aos quatro tipos de classificações conforme a interação destes

¹⁷ Os testes de normalidade univariada e multivariada foram realizados e evidenciaram que nenhuma das variáveis assume normalidade.

com os demais inventores na rede, ao se analisarem os tipos de inventores separadamente, o método para dados em painel *logit* se mostra adequado. Isso ocorre já que para cada tipo de agente é estimado um modelo em que a variável dependente assume valor igual a 1 para a ocorrência do fenômeno (inventor isolado, *external star*, *internal star* ou *gatekeeper*), e 0, caso contrário. Assim, foram estimados quatro modelos, um para cada uma das classificações de tipo de inventor cuja estrutura genérica é dada pela equação abaixo:

$$\begin{aligned} \text{Tipo de inventor}_{it} = & \alpha_i + \beta_1 \text{Conhecimento em alta tecnologia}_{it} + \beta_2 \text{Diversificação tecnológica}_{it} + \\ & \beta_3 \text{Capacidade de absorção de conhecimento}_{it} + \beta_4 \text{Ensino superior}_{it} + \beta_5 \text{Pós-graduação}_{it} + \\ & \beta_6 \text{Instituição Pública}_{it} + \beta_7 \text{Instituição de Ensino}_{it} + \beta_8 \text{Indústria}_{it} + \beta_9 \text{Grande organização}_{it} + \\ & \beta_{10} \text{Metrópole}_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (1)$$

sendo *Tipo de inventor*_{it} a variável dependente binária medida no nível do inventor *i* e no tempo *t*; α_i é o parâmetro de efeito fixo; os parâmetros β_1 - β_{10} são os parâmetros a serem estimados para cada uma das variáveis explicativas consideradas; e ε_{it} representa o termos de erro.

O método *logit* consiste em investigar a probabilidade de uma variável dependente categórica resultar em determinado valor (pré-definido – normalmente binário) dado um conjunto de variáveis independentes. No entanto, o modelo logístico é sensível a problemas de multicolinearidade entre as variáveis explicativas, que podem afetar as estimativas dos parâmetros de interesse. Testes a fim de detectar a alta correlação entre as variáveis foram realizados, incluindo variáveis paulatinamente. E, como é possível identificar, a matriz de correlação (Tabela A1) exibe resultados de correlações baixas entre as variáveis, não havendo indicativo de fortes correlações entre as variáveis. Sendo assim, o modelo se mostra adequado aos dados.

Devido à dificuldade de análise dos coeficientes do método logístico utiliza-se a razão de chance (RC) no lugar da probabilidade de pertencimento, para atribuir as chances de uma observação pertencer a um determinado grupo, de modo que β é estimado por máxima verossimilhança.

$$RC = \frac{\hat{p}(X)}{1-\hat{p}(X)} = \exp(\hat{\beta}_0 X_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \dots + \hat{\beta}_p X_p) > 1 \quad (2)$$

em que X o vetor de variáveis, $\hat{p}(X)$ é a probabilidade de pertencer e $1 - \hat{p}(X)$ é a probabilidade de não pertencimento. Logo, o *logit* é dado por:

$$\ln\left(\frac{\hat{p}(X)}{1-\hat{p}(X)}\right) = \hat{\beta}_0 X_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \dots + \hat{\beta}_p X_p \quad (3)$$

Ao se utilizar um modelo adequado para dados em painel, é possível obter maior robustez em relação aos resultados obtidos pelas demais técnicas utilizadas nesta pesquisa, dado que permitem controlar a heterogeneidade não observada dos indivíduos. Tal controle de características não observadas pode ser realizado pelo método de efeitos fixos ou efeitos aleatórios. Os efeitos aleatórios pressupõem que existam diferentes interceptos para cada observação de maneira aleatória. Por outro lado, os efeitos fixos sugerem que os regressores possuam correlação ao nível do indivíduo. Ou seja, embora o intercepto seja distinto entre os indivíduos, ele não se altera para o mesmo indivíduo ao longo do tempo, deste modo, é necessário o controle ou eliminação dos efeitos fixos.

2.4 RESULTADOS

A fim de atingir o objetivo de investigar os grupos de inventores da rede de invenção do Brasil e suas características, definiu-se uma estratégia baseada no uso de técnicas econométricas de análise de correspondência múltipla e conjunta, compreendendo dados *cross-section*. O método *logit* com efeitos fixos compreende uma amostra em painel de dados anuais de inventores.

Com o propósito de investigar a similaridade de respostas de inventores com mesmo tipo de interação utiliza-se o método de análise de correspondência conjunta. Portanto, investigam-se as similaridades dentre as características binárias intragrupos de cada uma das quatro classificações de inventores. Os resultados obtidos pela técnica de análise de correspondência a respeito das similaridades das respostas e composição das dimensões de variáveis são evidenciados pela Tabela 3 e Figura 3, enquanto as estatísticas da qualidade do método são reportadas pela Tabela 4.

Tabela 3 - Representação dos componentes da Análise de Correspondência para cada tipo de inventor no período de 2000 a 2012

| Tipo de Agente | Inércia total | Percentual Inércia Dimensão 1 | Percentual Inércia Dimensão 2 |
|-----------------------|----------------------|--|--|
| Inventor isolado | 0,11 | 59% | 38% |
| <i>Internal star</i> | 0,14 | 58% | 40% |
| <i>External star</i> | 0,11 | 67% | 31% |
| <i>Gatekeeper</i> | 0,09 | 78% | 16% |

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) de acordo com resultados dos dados do INPI e RAIS.

Ao se investigar separadamente a variância dos dados que caracterizam o perfil de cada tipo de inventor brasileiro, a Tabela 3 decompõe a inércia total dos dados em dois eixos vetoriais¹⁸. É possível identificar por meio da Tabela 3 que para o tipo de inventor isolado aproximadamente 59% da inércia total é explicada pela primeira dimensão de similaridades de resposta entre as variáveis consideradas na análise, e 38% pela segunda dimensão. O grupo de inventores *internal stars* apresenta um percentual semelhante ao grupo dos isolados com representatividade de 58% da variância dos dados pela dimensão 1 e 40% pela segunda dimensão vetorial. Os *external stars* tem a representatividade da inercia total associada em 67% aos dados do primeiro componente (dimensão 1) e 31% ao segundo eixo vetorial (dimensão 2). Já para os *gatekeepers* a representatividade da variância total é de 78% considerando apenas o conjunto de similaridade de respostas da primeira dimensão de variáveis, enquanto a representação da inércia total dos dados pela dimensão 2 é de 16%. Nesse sentido, ao se utilizar ambas as dimensões é possível representar melhor as variâncias dos dados e a similaridade de respostas entre os inventores na rede de invenção do Brasil.

A Figura 3 ilustra as variáveis que mais influenciam nestas dimensões e, conseqüentemente, na representatividade das similaridades e dissimilaridades de respostas em cada classificação de inventor. Em virtude disso, os pontos em azul representam as similaridades e dissimilaridades de respostas entre as variáveis que caracterizam os inventores isolados. Os pontos em verde ilustram as similaridades e dissimilaridades de respostas dos *internal star*, os pontos cinza os resultados dos *external stars* e os em vermelho as similaridades e dissimilaridades de respostas dos *gatekeepers*. Adicionalmente, as linhas horizontais e verticais da Figura 3 representam coordenadas principais. As linhas horizontais ilustram a influência das variáveis na qualidade da dimensão 1, sendo que as variáveis mais distantes do ponto central da linha horizontal (direita e esquerda) são as que mais influenciam na qualidade da representatividade da dimensão 1. De outro modo, as variáveis que influenciam na representatividade da dimensão 2 em relação à inercia total dos dados são analisadas por meio do eixo vertical, cujas variáveis mais relevantes são aquelas mais distantes (acima e abaixo) do ponto central da linha vertical. Como os eixos verticais e horizontais apresentam pontos em polos opostos, isso significa que estas variáveis são dissimilares em termos de respostas dos indivíduos.

Por meio da Figura 3 é possível identificar que as similaridades de respostas dos inventores isolados (azul) de possuir pós-graduação é o ponto mais distante do ponto central

¹⁸ Optou-se por realizar a normalização do principal, sendo que esta permite investigar as categorias de linha ou coluna separadamente uma das outras.

do eixo horizontal. Todos os pontos que caracterizam os inventores isolados se localizam no polo esquerdo do eixo horizontal sugerindo certa similaridade na contribuição das variáveis na qualidade da dimensão 1. Ao se observar a dimensão 2 (eixo vertical) tem-se que o pertencimento à indústria é o fator que mais influencia a mesma, sendo o ponto mais distante do centro do eixo vertical. Ademais, esta variável é contrastante em termos de sinais com o grupo de inventores isolados com clara similaridade de respostas quanto à titulação em pós-graduação e que pertencem a grandes organizações, instituições públicas e de ensino do país. Como a inércia total para o grupo de inventores isolados tem uma grande parcela de explicação associada à dimensão 2, o pertencimento ao setor industrial pode ser uma característica persistente em grande parte dos inventores isolados no Brasil.

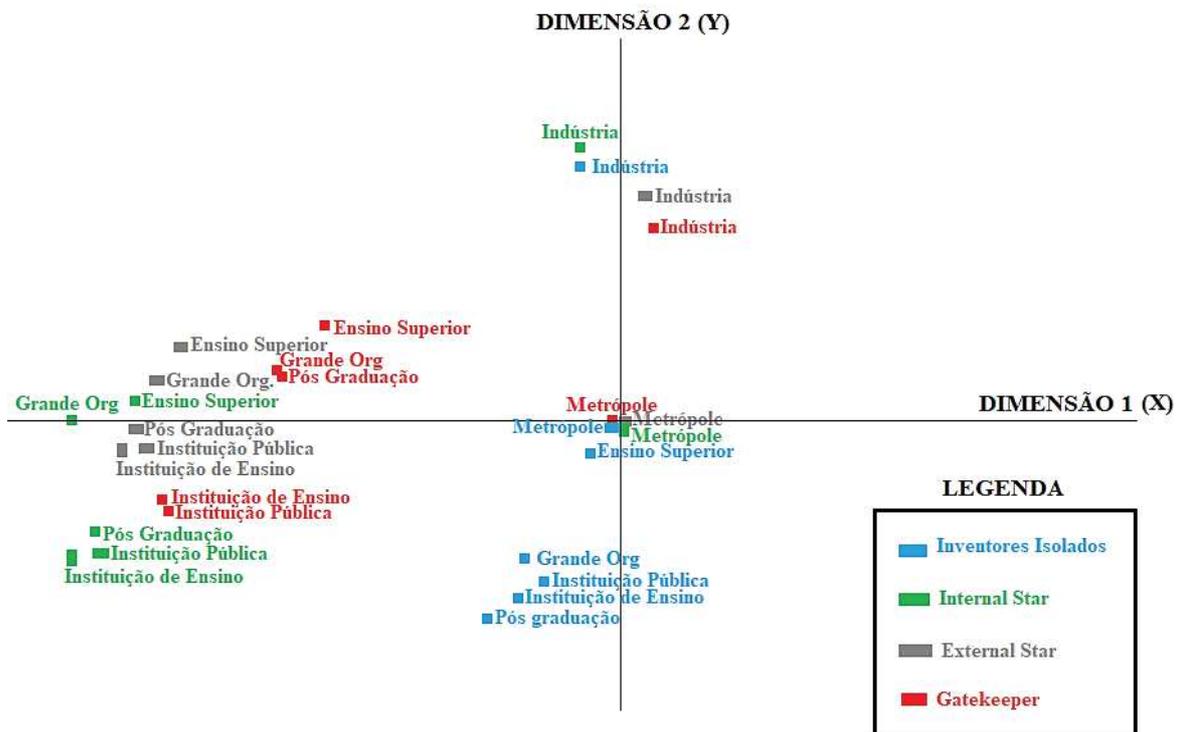
As coordenadas do segundo tipo de inventor, *internal stars*, evidenciam que dois grupos de variáveis, que compõem a primeira dimensão (eixo horizontal), possuem similaridade de respostas entre si e contribuem mais para a qualidade do eixo horizontal. Estes dois grupos de variáveis são compostos pelo grupo de inventores com pertencimento às grandes organizações e com ensino superior e grupos de inventores inseridos em instituições públicas, instituições de ensino e com títulos em pós-graduação. Por outro lado, os *internal stars* inseridos na indústria contrastam, em termos de sinal, com o grupo de inventores com clara similaridade de respostas quanto ao pertencimento à instituição de ensino, instituição pública e com títulos em pós-graduação na representatividade da dimensão 2.

O grupo de inventores do tipo *external star* parece estar associado com as mesmas variáveis respostas do grupo de inventores do tipo *internal star*. Os resultados se diferem com a representatividade maior de 67% do grupo de variáveis associadas à primeira dimensão para o grupo de inventores *external stars* e com a dissimilaridade entre o grupo de *external stars* inseridos nas indústrias dos demais *external stars* também na contribuição da primeira dimensão.

Finalmente, ao se analisar a disposição das variáveis e a similaridade de respostas entre os possíveis *gatekeepers*, tem-se que a Dimensão 1 (eixo horizontal) representa 78% da inércia total ou variância dos dados dos inventores. A primeira dimensão é mais influenciada pela similaridade de respostas de inventores que pertencem a instituições públicas e de ensino e de inventores inseridos em grandes organizações, com ensino superior e pós-graduação, contrastando em termos de sinais com o grupo de inventores inseridos na indústria. A Dimensão 2, para o grupo de possíveis *gatekeepers*, é mais influenciada pelas variáveis respostas de inventores que pertencem à indústria e de um grupo de inventores que pertencem

à instituição pública e de ensino, sendo os dois grupos de inventores contrastantes em termos de sinais entre si. Logo, os *gatekeepers* apresentam maior dinâmica de inserção no mercado de trabalho, explicada pela maior participação das variáveis de pertencimento às instituições na qualidade de ambas as dimensões.

Figura 3 - Gráfico de coordenadas (*joint-plot*) sobrepostas das características dos tipos de inventores no período de 2000 a 2012



Fonte: Elaborada pelos autores (2021) com resultados dos dados do INPI e RAIS.

A Tabela 4 permite confirmar algumas dessas evidências. O grupo de inventores isolados com similaridade de respostas de inserção em metrópoles possui a menor contribuição na qualidade da técnica e na explicação da variância total dos dados. Entre os fatores que mais explicam a variância dos dados dos inventores isolados, possuir ensino superior contribui mais para a qualidade da dimensão 1 de variáveis. Contudo, é possível verificar um grande espalhamento entre outras variáveis que também contribuem para a qualidade da dimensão. Já a qualidade da dimensão 2 em explicar a variância dos dados dos inventores isolados é associada principalmente à similaridade de respostas de inventores isolados inseridos na indústria.

No caso dos inventores classificados como *internal stars*, a variável que menos contribui para a qualidade da técnica em explicar a variância dos dados de inventores também

é a inserção destes em metrópoles. As similaridades de respostas de inventores com títulos em ensino superior, inseridos em grandes organizações e instituições de ensino são as mais influentes na qualidade da dimensão 1 em explicar a inércia total dos dados, havendo uma clara exclusão de inventores inseridos na indústria dessa dimensão. Enquanto as similaridades de respostas de pertencerem às indústrias do país também contribuem para a qualidade da dimensão 2 de forma isolada, no caso dos *internal stars*.

Em relação aos *external stars*, destaca-se que o pertencimento destes às metrópoles é o fator que menos colabora para explicar a variância dos dados e a inserção em indústrias o fator de maior contribuição na qualidade da técnica. A qualidade da dimensão 1 é associada à similaridade de resposta de inventores pertencentes às instituições de ensino e a qualidade da dimensão 2 à similaridade de resposta de inventores inseridos na indústria.

E em relação ao grupo dos possíveis *gatekeepers*, também é possível destacar a menor contribuição da inserção em metrópoles em explicar a variância dos dados de inventores assim classificados e uma maior participação de inventores inseridos nas instituições de ensino, públicas e na indústria. A similaridade de resposta entre inventores inseridos em instituições de ensino e instituição pública contribui mais para a qualidade da dimensão 1 em explicar a variância dos dados dos possíveis *gatekeepers*. Assim como nos demais resultados, a similaridade de respostas entre inventores inseridos em indústrias é o fator que mais contribui para a qualidade da segunda dimensão em explicar a variância dos dados dos inventores. É possível evidenciar, portanto, que pode haver uma maior participação de grupos de *gatekeepers* no mercado de trabalho com a participação destes nos três tipos de instituições investigadas. Além disso, pode-se destacar que inventores inseridos em indústrias têm clara distinção de perfil, em todos os grupos de inventores, dos demais inventores inseridos em outros tipos de instituições. O que pode sugerir que o setor industrial estimule de maneira distinta os seus trabalhadores a criar atividades inventivas, explorando e desenvolvendo outros tipos de qualidades ausentes nos demais inventores inseridos em outros tipos de instituições.

Tabela 4 - Estatísticas de Análise de Correlação Conjunta (2000-2012)

| Variável | Qualidade | % inércia | Dimensão1 (<i>sqrcorr</i>) | Dimensão 2 (<i>sqrcorr</i>) |
|------------------------------|-----------|-----------|---------------------------------|----------------------------------|
| <i>Inventor isolado</i> | | | | |
| <i>Ensino Superior</i> | 0,99 | 0,11 | 0,96 | 0,04 |
| <i>Pós-graduação</i> | 0,84 | 0,06 | 0,65 | 0,19 |
| <i>Instituição de ensino</i> | 0,92 | 0,10 | 0,65 | 0,27 |
| <i>Instituição pública</i> | 0,94 | 0,11 | 0,58 | 0,36 |
| <i>Indústria</i> | 0,99 | 0,34 | 0,38 | 0,62 |
| <i>Grande organização</i> | 0,96 | 0,13 | 0,76 | 0,20 |
| <i>Metrópole</i> | 0,17 | 0,00 | 0,09 | 0,08 |
| <i>Internal star</i> | | | | |
| <i>Ensino Superior</i> | 0,99 | 0,09 | 0,97 | 0,03 |
| <i>Pós-graduação</i> | 0,91 | 0,06 | 0,89 | 0,02 |
| <i>Instituição de ensino</i> | 0,98 | 0,13 | 0,93 | 0,05 |
| <i>Instituição pública</i> | 0,93 | 0,07 | 0,84 | 0,09 |
| <i>Indústria</i> | 0,99 | 0,29 | 0,01 | 0,99 |
| <i>Grande organização</i> | 0,97 | 0,09 | 0,97 | 0,00 |
| <i>Metrópole</i> | 0,44 | 0,00 | 0,31 | 0,13 |
| <i>External star</i> | | | | |
| <i>Ensino Superior</i> | 0,99 | 0,08 | 0,89 | 0,11 |
| <i>Pós-graduação</i> | 0,91 | 0,08 | 0,91 | 0,00 |
| <i>Instituição de ensino</i> | 0,99 | 0,16 | 0,96 | 0,02 |
| <i>Instituição pública</i> | 0,90 | 0,07 | 0,87 | 0,04 |
| <i>Indústria</i> | 0,99 | 0,20 | 0,01 | 0,99 |
| <i>Grande organização</i> | 0,97 | 0,09 | 0,95 | 0,01 |
| <i>Metrópole</i> | 0,57 | 0,00 | 0,51 | 0,05 |
| <i>Gatekeeper</i> | | | | |
| <i>Ensino Superior</i> | 0,99 | 0,06 | 0,86 | 0,13 |
| <i>Pós-graduação</i> | 0,71 | 0,05 | 0,70 | 0,01 |
| <i>Instituição de ensino</i> | 0,98 | 0,15 | 0,96 | 0,02 |
| <i>Instituição pública</i> | 0,94 | 0,11 | 0,91 | 0,04 |
| <i>Indústria</i> | 0,99 | 0,09 | 0,19 | 0,80 |
| <i>Grande organização</i> | 0,94 | 0,08 | 0,90 | 0,02 |
| <i>Metrópole</i> | 0,15 | 0,00 | 0,11 | 0,04 |

Nota: Os resultados são referentes à *dummy* = 1.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) com resultados dos dados do INPI e RAIS.

A Tabela 5 reúne os resultados de razão de chance obtidos pelo modelo *logit* tanto por efeitos fixos quanto por efeitos aleatórios a fim de apresentar a robustez dos resultados obtidos. No entanto, apenas serão comentados os resultados obtidos pelo modelo de efeitos fixos dado que a variação *within* e o teste *Hausman* apontam este como o modelo mais consistente. Testes adicionais de robustez foram realizados por meio do *logit* de efeito fixo condicional e efeito aleatório incluindo *dummies* de efeito fixo por ano e por estado a fim de controlar efeitos fixos locais. Todos os resultados foram análogos ao da Tabela 5 evidenciando robustez nos resultados e se encontram no apêndice (Tabela A2). Além disso, cabe destacar que a amostra considera toda a população de inventores, com informações de endereço, da base do INPI, o que reforça o uso de efeitos fixos (GREEN; TUKEY, 1960). Os modelos reportados investigam cada uma das quatro classificações de tipos de inventores na

rede e os determinantes de sua atuação, conforme cada tipo de classificação, ao longo dos anos.

Para isso, é utilizado um painel anual de dados não balanceado com inventores que patentearam com ou sem colaborações entre os anos de 2000 a 2012. Adicionalmente, os resultados da Tabela 5 são contrastados com quatro figuras que ilustram o total de inventores com conhecimentos nos 32 grupos tecnológicos de acordo com o código de IPC de quatro dígitos. A Figura 4 representa o número de inventores isolados com conhecimento em cada um dos 32 grupos tecnológicos considerados; a Figura 5, o total de *internal stars* com conhecimento em cada um dos grupos; a Figura 6, a totalidade de *external stars* com conhecimento nas respectivas tecnologias; e a Figura 7, o total de *gatekeepers* com conhecimento tecnológico nos grupos de tecnologias destacados.

Os resultados da Tabela 5 apontam que as chances de o inventor se comportar como inventor isolado, *i.e.*, criando invenções sem parcerias de outros inventores, diminuem caso o inventor possua conhecimento em alta tecnologia e se eleva caso este possua diversificação tecnológica. Esse resultado pode ser explicado em razão de um conhecimento mais amplo e diversificado não necessitar de colaborações para a criação de invenções. No mais, como possuir conhecimento em alta tecnologia supostamente diminui as chances de os inventores se comportarem como inventores isolados, o resultado indica que invenções de maior conhecimento tecnológico são provenientes de colaborações tecnológicas.

Por meio da Figura 4, identifica-se que grupos de altas tecnologias, como a nanotecnologia, semicondutores, biotecnologia e ótica, por exemplo, reúnem o menor número de inventores isolados. E o grupo de tecnologia de mobília, área de conhecimento tecnológico mais básico, reúne a maior quantidade de inventores isolados. Logo, o resultado da Tabela 5, a respeito do conhecimento tecnológico dos inventores isolados, aliado à Figura 4, reforça a ideia de que as invenções sem colaborações, apesar de poderem ser diversificadas tecnologicamente, tendem a não possuir conhecimento em alta tecnologia e sim em tecnologias mais básicas.

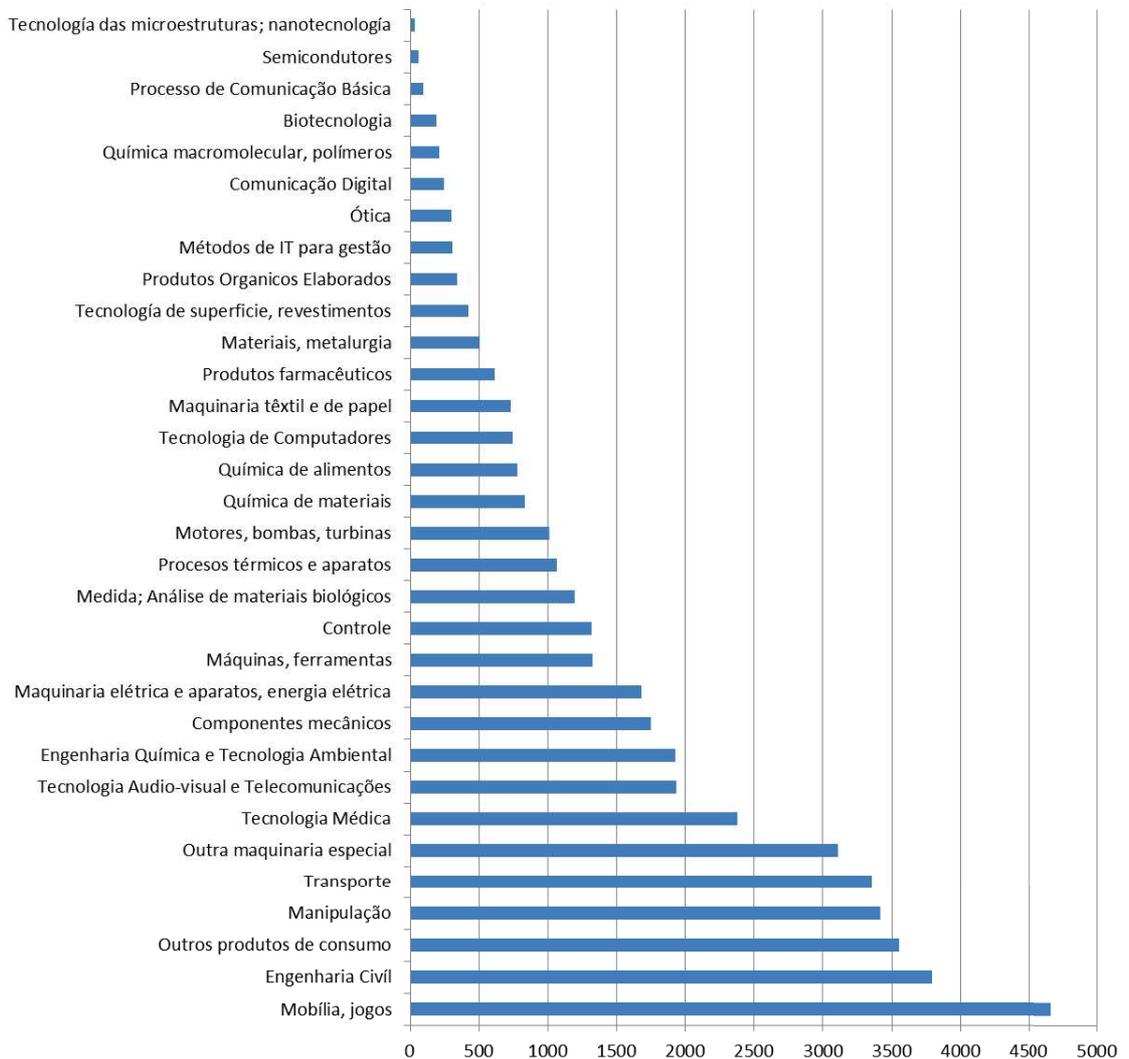
Tabela 5 - Determinantes do tipo de inventor no Brasil. Resultados da razão de chance do modelo logit para o período de 2000 a 2012

| Variáveis | Isolados | | Internal Star | | External Star | | Gatekeeper | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Efeito Fixo | Efeito Aleatório |
| <i>Conhecimento em Alta Tecnologia</i> | 0,37*** (0,01) | 0,40*** (0,01) | 1,35*** (0,05) | 1,29*** (0,03) | 1,80*** (0,10) | 1,49*** (0,05) | 1,12* (0,02) | 1,09* (0,05) |
| <i>Diversificação tecnológica</i> | 1,34*** (0,04) | 1,33*** (0,03) | 0,87*** (0,03) | 0,91*** (0,02) | 1,10** (0,05) | 0,92*** (0,03) | 0,81** (0,07) | 0,83*** (0,04) |
| <i>Capacidade de Absorção</i> | | | 0,98*** (0,00) | 0,99 (0,00) | 1,09*** (0,00) | 1,05*** (0,00) | 1,65*** (0,02) | 1,56*** (0,01) |
| <i>Ensino Superior</i> | 0,35*** (0,01) | 0,35*** (0,01) | 1,50*** (0,05) | 1,56*** (0,04) | 2,58*** (0,13) | 2,27*** (0,08) | 1,85*** (0,18) | 1,83*** (0,09) |
| <i>Pós-graduação</i> | 0,20*** (0,20) | 0,17*** (0,01) | 1,28*** (0,08) | 1,48*** (0,06) | 4,81*** (0,42) | 4,22*** (0,24) | 1,92*** (0,29) | 2,39*** (0,18) |
| <i>Instituição pública</i> | 1,15*** (0,05) | 1,12*** (0,03) | 0,92* (0,04) | 0,90*** (0,03) | 1,04 (0,07) | 1,22*** (0,06) | 1,00 (0,12) | 0,80*** (0,05) |
| <i>Instituição de ensino</i> | 0,51*** (0,02) | 0,49*** (0,01) | 1,39*** (0,06) | 1,38*** (0,04) | 0,93 (0,06) | 0,98 (0,04) | 1,38*** (0,14) | 1,28*** (0,06) |
| <i>Indústria</i> | 0,77*** (0,02) | 0,73*** (0,02) | 1,40*** (0,05) | 1,45*** (0,03) | 1,36*** (0,07) | 1,60*** (0,06) | 1,03 (0,10) | 0,85*** (0,04) |
| <i>Grande organização</i> | 0,63*** (0,03) | 0,61*** (0,02) | 1,60*** (0,07) | 1,54*** (0,05) | 0,66*** (0,04) | 0,87*** (0,04) | 1,83*** (0,20) | 1,30*** (0,07) |
| <i>Metrópole</i> | 0,95* (0,02) | 0,94*** (0,02) | 1,10*** (0,03) | 1,19*** (0,02) | 0,81*** (0,03) | 0,72*** (0,02) | 1,21*** (0,09) | 0,98 (0,04) |
| <i>Efeito fixo de ano</i> | Sim |
| <i>N</i> | 52.471 | 52.471 | 37.313 | 37.313 | 19.068 | 19.068 | 23.121 | 23.121 |
| <i>LR chi2/Wald</i> | 11.592,15*** | 12.553,23*** | 1.655,33*** | 2.788,54*** | 3.080,30*** | 3.677,06*** | 12.918,54*** | 6.751,92*** |
| <i>AIC</i> | 27063,06 | 107.962,60 | 25.580,66 | 99.147,35 | 10.633,34 | 52.893,84 | 3.860,95 | 32.571,99 |
| <i>Teste Hausman</i> | | 95,67*** | | 101,04*** | | 326,06*** | | 131,64*** |

- 1) A dependente é uma *dummy* que assume valor 1 caso o inventor seja classificado como o tipo de inventor investigado pela regressão, e 0 caso contrário.
- 2) A variável *capacidade de absorção de conhecimento* foi suprimida da análise dos inventores isolados porque todos apresentam tamanho de equipe nulo.
- 3) *, **, *** denotam respectivamente os níveis de significância de 10%, 5% e 1%.
- 4) Os números entre parênteses são os erros padrões.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) com resultados obtidos com os dados do INPI e da RAIS.

Figura 4 - Total de inventores isolados com conhecimento tecnológico por classes de patentes segundo a Classificação Internacional de Patentes



Fonte: Elaborada pelos autores (2021) de acordo com resultados dos dados do INPI.

Outra evidência aponta que possuir conhecimento mais elevado impacta negativamente nas chances de os inventores criarem atividades inventivas isoladamente. Ou seja, os inventores isolados evidenciam não possuir associação com conhecimento em ensino superior nem títulos de pós-graduação. Aliado ao resultado anterior de ausência de conhecimento em alta tecnologia, o resultado sustenta a ideia de que inventores isolados criam invenções mais básicas e de menor impacto em termos de conhecimento.

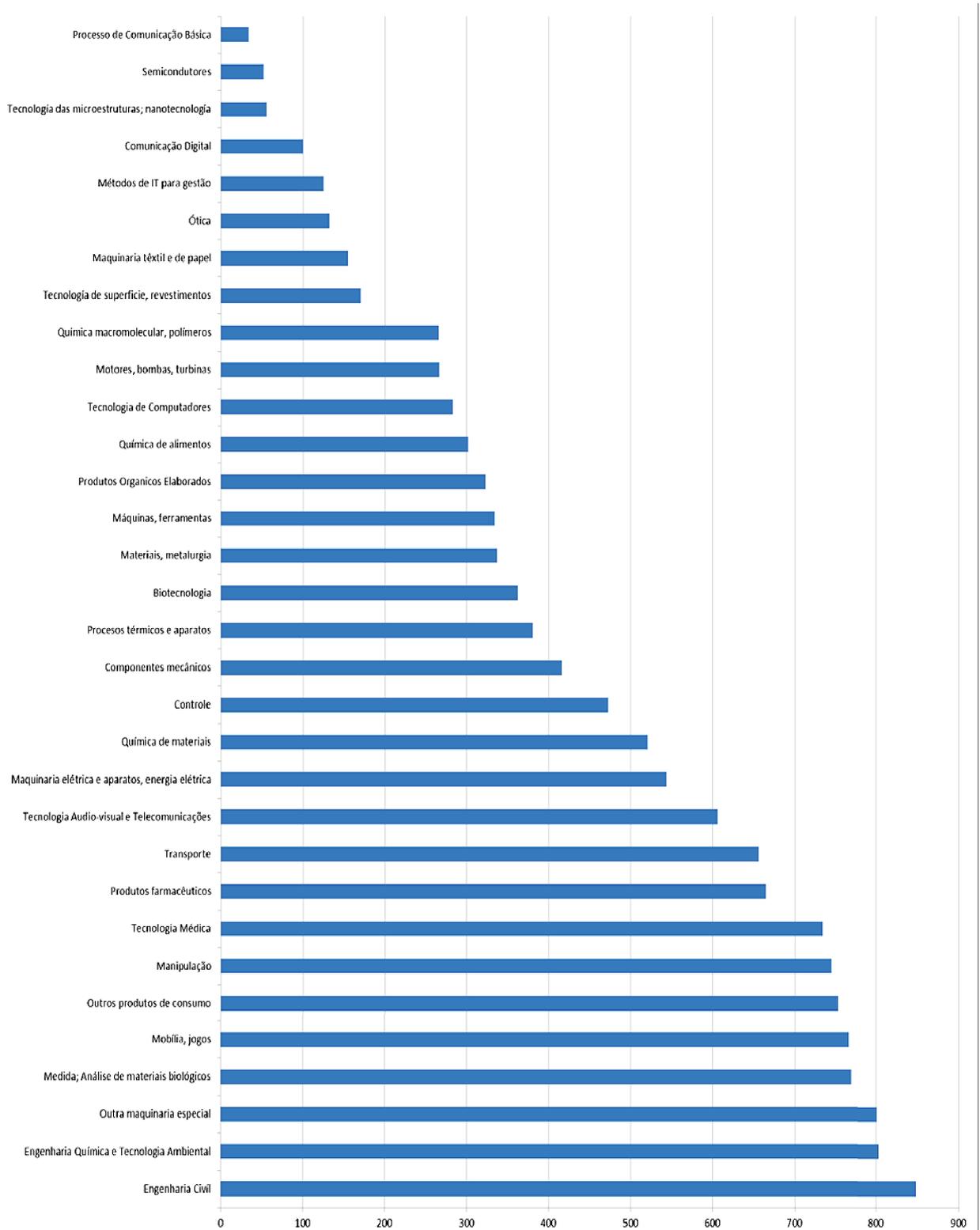
Além do mais, os resultados sugerem que estar inserido em uma instituição de ensino, indústrias, grandes organizações ou metrópoles diminui as chances de inventar sozinho. Este resultado pode ser associado ao fato de que pertencer a universidades e indústrias/empresas diminui as chances de se inventar sozinho. Além disso, grandes organizações e metrópoles

reúnem um maior número de possíveis parceiros e infraestrutura, o que facilita a colaboração e geração de invenções. De outro modo, ambientes mais colaborativos podem incentivar a interação entre os inventores e não a criação de invenções sem parcerias, como no caso dos inventores isolados. No mais, a Tabela 5 aponta que pertencer a instituições públicas podem elevar as chances de o inventor criar invenções sem colaboração e interação com outros inventores pertencentes à rede.

Os resultados da Tabela 5 evidenciam que a probabilidade de os inventores se comportarem como um *internal star*, em determinado momento, se eleva caso estes possuam conhecimento em tecnologias de ponta (*conhecimento em alta tecnologia*), e diminui caso possuam diversificação tecnológica. Essa pode ser uma evidência de que as interações dos inventores *internal stars* via colaborações locais levam à criação de invenções de alta tecnologia e especializadas em poucos grupos tecnológicos. Por meio da Figura 5 é possível identificar que grupos que contêm conhecimento em alta tecnologia como a engenharia química e tecnologia ambiental, assim como medida e análise de materiais biológicos, produtos farmacêuticos e tecnologia audiovisual e de telecomunicação compreendem uma grande parte dos *internal stars*.

No mais, possuir capacidade de absorção de conhecimento elevada possui relação negativa com os inventores que colaboram apenas com inventores locais. Esta evidência sugere que os inventores *internal stars* possuem um número reduzido de parceiros, o que pode sugerir ainda maior redundância de conhecimento em suas invenções e, por isso, poderia haver menor capacidade desses em absorver conhecimentos distintos.

Figura 5 - Total de *Internal Stars* com conhecimentos tecnológicos por classes de patentes segundo a Classificação Internacional de Patentes



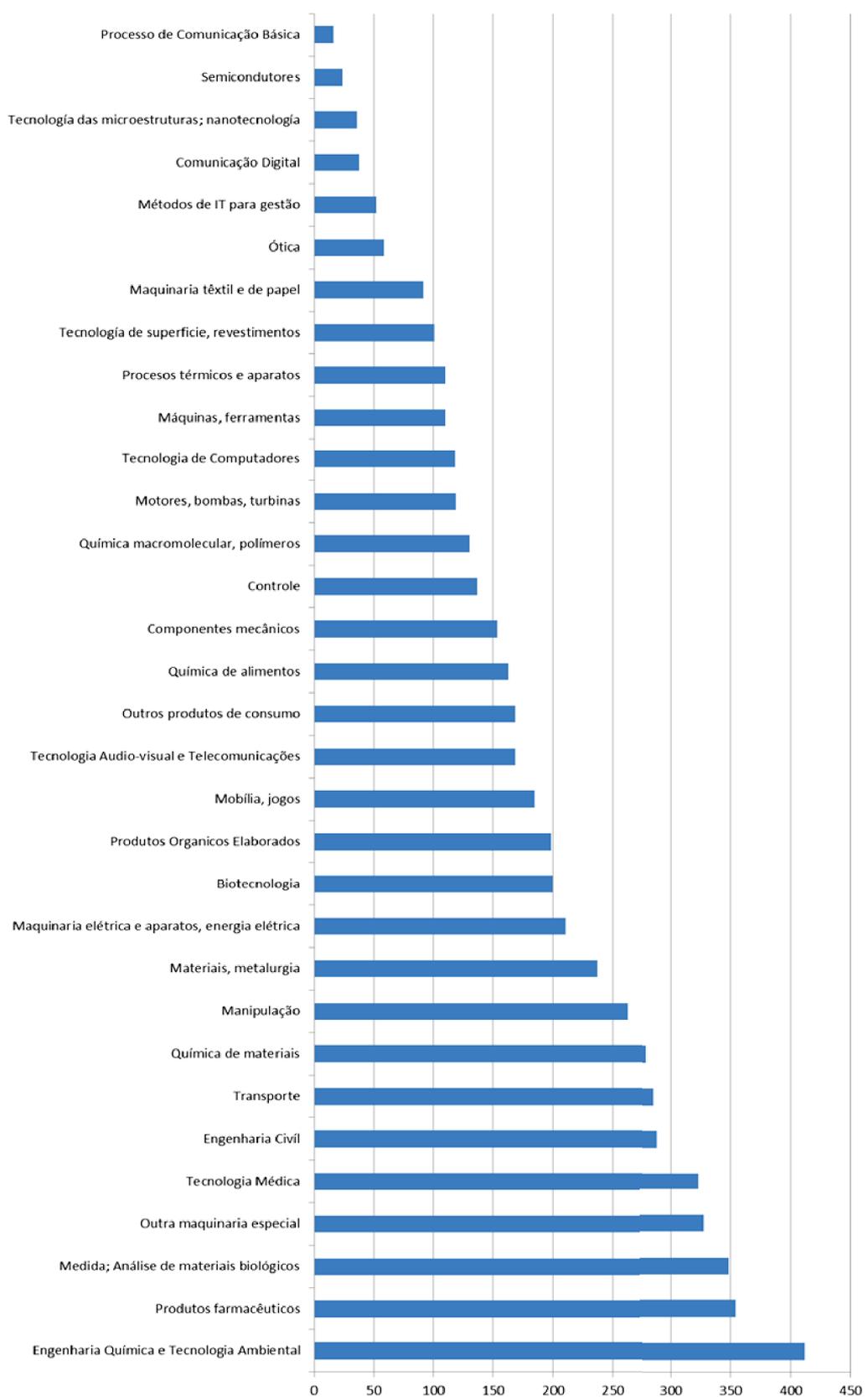
Fonte: Elaborada pelos autores (2021) de acordo com resultados dos dados do INPI.

Contudo, segundo a Tabela 5, possuir educação mais elevada como titulação em ensino superior e pós-graduação elevam as chances de o inventor se comportar como *internal star* e colaborar com outros inventores dentro da mesma região. Esse resultado sugere que invenções colaborativas, mesmo que no âmbito local, reúnem inventores com maior grau educacional quando comparados a inventores que criam atividades inventivas isoladamente.

Entretanto, a Tabela 5 também aponta que estar inserido em instituições públicas diminui levemente as chances de ocorrência de interações e colaborações com outros inventores locais. Os resultados sugerem que estar inserido em instituições de ensino, indústrias e grandes organizações também elevam as chances de haver interação local com inventores se comportando como *internal stars*. Somado a isso, as evidências apontam que as interações entre inventores locais são mais propensas de ocorrer em regiões metropolitanas. Esse resultado pode ser interpretado como uma aproximação da ideia do *local buzz* e economias aglomerativas, onde a proximidade e a colocação dos agentes facilitam a interação e a colaboração inventiva entre eles.

Ademais, a respeito da probabilidade de os inventores se comportarem em algum momento como um *external star*, nota-se que possuir conhecimento em alta tecnologia e, ao mesmo tempo diversificado, elevam as chances de os inventores possuírem parceiros externos à sua região durante a criação de atividade inventiva (Tabela 5). A Figura 6 reforça os resultados associados aos conhecimentos tecnológicos dos *external stars*. Grupos de alta tecnologia como engenharia química e tecnologia ambiental, além de produtos farmacêuticos e medida e análise de materiais biológicos reúnem o maior número de *external stars*. Tais resultados juntos sugerem que uma grande parcela dos *external stars* possuem conhecimentos em mais de uma área de alta tecnologia e que, por isso, são mais suscetíveis a criar invenções com tecnologias de ponta, de conhecimento não redundante e que podem conseqüentemente virem a se tornar inovações.

Figura 6 - Total de *External Stars* com conhecimento tecnológico por classes de patentes segundo a Classificação Internacional de Patentes



Fonte: Elaborada pelos autores (2021) de acordo com resultados dos dados do INPI.

Além do mais, a Tabela 5 também aponta indícios de que um tamanho de equipe elevado e, conseqüentemente, uma capacidade de absorção de conhecimento elevada aumentam as chances de o inventor colaborar com inventores de regiões externas. E, igualmente ao encontrado para os *internal stars*, os resultados apontam que possuir ensino superior e pós-graduação também eleva as chances de o inventor se comportar como *external star* ao longo dos anos. No caso dos inventores *external star*, tais características elevam ainda mais essas chances. Isso reforça a ideia de que invenções geradas por meio de colaborações possuem maior grau de conhecimento, novos e não redundantes, o que colabora para a superação de barreiras tecnológicas locais.

Os resultados da Tabela 5 também sugerem que os inventores elevam sua chance de se comportar como *external stars* caso estejam inseridos no setor industrial, assim como no caso dos *internal stars*. O que pode ter uma relação com a própria apropriação de grande número de inventores por parte do setor industrial e seus incentivos em criar atividades inventivas. Contudo, caso os inventores estejam inseridos em grandes organizações ou metrópoles suas chances de colaborarem com inventores de outras regiões diminuem. Estes resultados da Tabela 5 apontam que as metrópoles facilitam as interações entre seus inventores locais enquanto regiões não metropolitanas podem utilizar interações com outras regiões como forma de suprir suas barreiras tecnológicas locais. Portanto, os *external stars* seriam mais relevantes em regiões não metropolitanas. E, além disso, sugerem que os *external stars* sejam capazes de absorver conhecimentos externos devido a um tamanho de equipe elevado somados a um maior nível educacional e, além disso, criar atividades inventivas que se caracterizam por serem de conhecimento tecnológico mais elevado.

Ao se investigar os resultados para os *gatekeepers* encontrou-se que assim como para os *internal* e *external stars* os conhecimentos em alta tecnologia elevam as chances de o inventor ser um *gatekeeper*. No Brasil, ao considerar o setor de empresas de alta tecnologia é possível verificar que 58% destas inovaram durante 2005-2008. No entanto, este setor é composto de aproximadamente apenas 2% do total de empresas do país (CAVALCANTE; DE NEGRI, 2011). Dentre os obstáculos em inovar em patentes de alta tecnologia, destaca-se a necessidade de gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), principalmente por parte do setor privado. A maior parte de investimentos privados no Brasil tem como destino importação tecnológica e de serviços e não o investimento direto em P&D (MCT, 2016). Em 2008, o Brasil aumentou os gastos em P&D para 1,1% do PIB, porém esta é uma taxa muito aquém se comparada a países mais tecnológicos (MCT, 2010). Além disso, há uma tendência

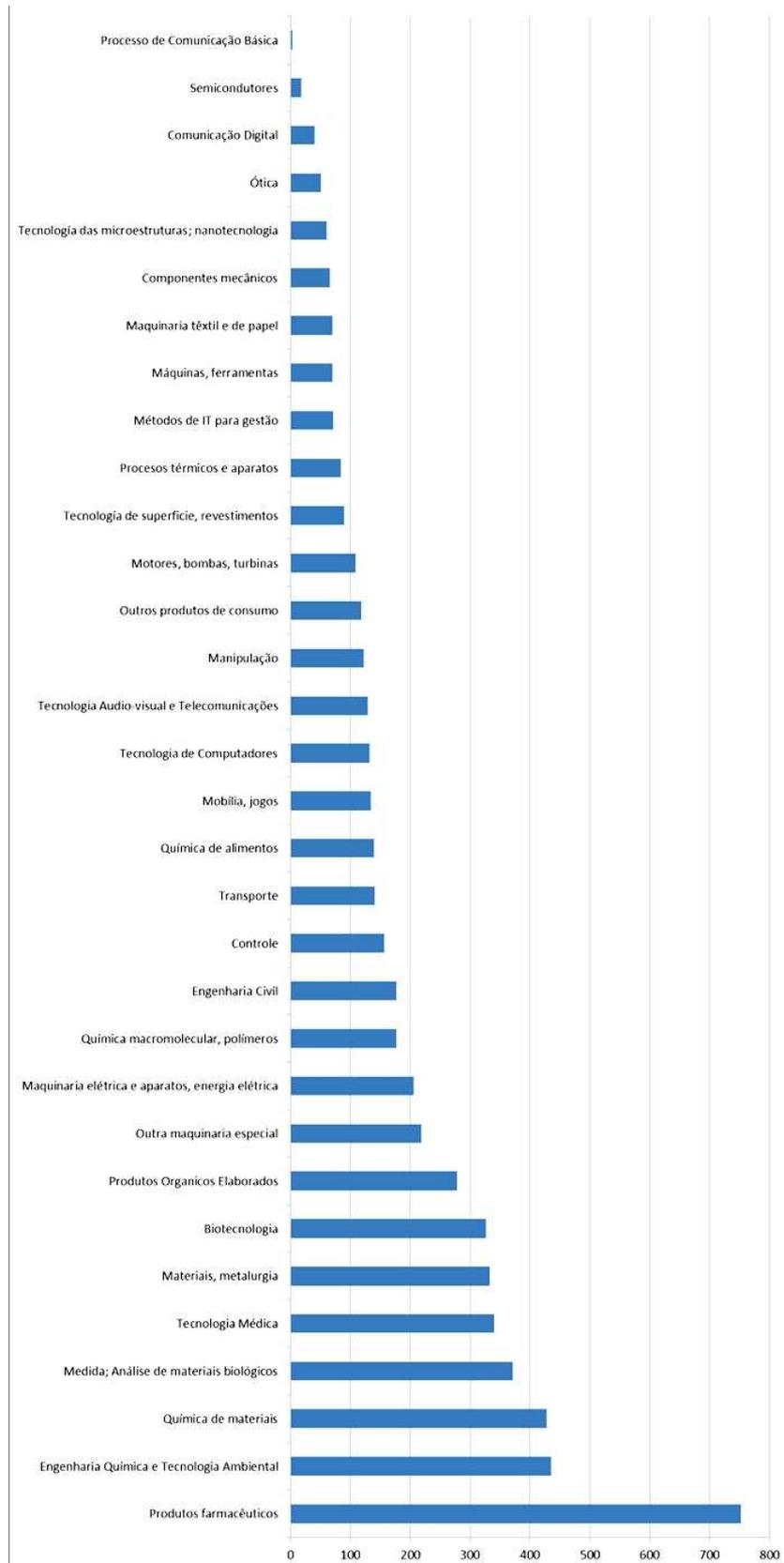
à presença internacional em pesquisas altamente tecnológicas via colaborações, tendo por objetivo alcançar resultados que poderiam ser inalcançáveis apenas com esforços domésticos (MCT, 2016).

A Tabela 5 também evidencia que o conhecimento tecnológico mais diversificado diminui as chances de o inventor se comportar como um *gatekeeper*. Esse resultado pode estar associado ao fato de os inventores brasileiros, em geral, possuírem conhecimentos mais restritos em poucas tecnologias. Evidências estatísticas a partir da presente base do INPI demonstram que 6 das 32 classes tecnológicas consideradas seguindo a classificação de Schmoch (2008) concentram 47% das patentes do período analisado¹⁹. Nesse caso, a relevância do *gatekeeper* no sistema de invenção brasileiro seria o de agir como um agente “ponte” do fluxo de conhecimento. Dado que as invenções são concentradas regionalmente e em poucas classes tecnológicas, os *gatekeepers* seriam responsáveis por absorver conhecimentos distintos externos à sua região de origem, mesmo que pertencentes a uma mesma classe tecnológica. Como consequência seria possível extinguir gargalos tecnológicos locais, tornando suas regiões de origem mais especializadas e competitivas tecnologicamente.

A Figura 7 reforça os resultados da Tabela 5 e evidencia que os *gatekeepers* no Brasil concentram conhecimentos de alta tecnologia, principalmente com especialização na área de tecnologias farmacêuticas. E, além disso, também evidenciam possuir conhecimentos em tecnologias de ponta compreendendo áreas de conhecimento de engenharia química e tecnologia ambiental e medida e análise de materiais biológicos.

¹⁹ Tais classes tecnológicas estão inseridas dentro das áreas de patentes de mobília e jogos, engenharia civil, produtos de consumo, assim como na grande área da engenharia mecânica (manipulação, maquinaria e transporte).

Figura 7 - Total de *Gatekeepers* com conhecimento tecnológico por classes de patentes segundo a Classificação Internacional de Patentes



Fonte: Elaborada pelos autores (2021) de acordo com resultados dos dados do INPI.

Os resultados da Tabela 5 também apontam que o tamanho da equipe eleva a probabilidade de o inventor se comportar como um *gatekeeper*. Tal resultado corrobora a hipótese 1 de que exista relação entre a capacidade de absorção de conhecimento do inventor e a probabilidade de este se ligar aos demais inventores na rede e potencialmente ser um *gatekeeper*. Na literatura, há evidências de que o tamanho da equipe seja relevante tanto para os *external stars* quanto para os *gatekeepers* (LEGALLO; PLUNKET, 2016). Além disso, constata-se que o número de processos com mais de um inventor elevou-se em aproximadamente 12 pontos percentuais ao comparar os triênios de 2000-2002 e 2009-2011, evidenciando importância crescente das colaborações no sistema de inovação brasileiro (DE ARAUJO *et al.* 2019). Logo, quanto mais especializados, principalmente em conhecimentos tecnológicos de ponta e quanto mais parceiros e acesso a conhecimentos distintos o inventor possuir, maior é a probabilidade de este se comportar como inventor central, *i.e.*, *gatekeeper*.

Outra evidência é de que a escolaridade mais elevada, como titulação em ensino superior e pós-graduação (mestrado e/ou doutorado), também aumentam as chances de o inventor se comportar como um *gatekeeper*. Conhecimento mais elevado pode ser uma característica facilitadora de absorção de conhecimento. Resultados a respeito da relação entre o título de ensino superior completo e os tipos de inventores na rede também foram mostrados na literatura, principalmente para o caso dos *gatekeepers*, encontrando-se uma menor relação entre nível de conhecimentos e os inventores isolados (GIULIANI; BELL, 2011).

Na literatura, acredita-se que haja associação entre *gatekeepers* e pertencimento destes às instituições públicas (GRAF, 2011). No entanto, no modelo investigado, mesmo o sinal sendo como esperado tal associação para o caso brasileiro não é verificada devido a variável não ser significativa no modelo de efeito fixo. Assim, a segunda hipótese investigada por esta pesquisa de que haja associação entre o pertencimento às instituições públicas e maiores probabilidades de os inventores colaborarem e potencialmente ser um *gatekeeper* não pode ser confirmada.

No mais, sugere-se que a probabilidade de o inventor se comportar como *gatekeeper* esteja associada tanto ao pertencimento às instituições de ensino quanto à inserção em grandes organizações e regiões metropolitanas. Com este resultado, é possível verificar a comprovação da terceira hipótese de que o pertencimento a instituições de ensino eleva as probabilidades de os inventores interagirem com os demais e potencialmente ser um *gatekeeper*. Tal resultado pode ser explicado pelas universidades virem se mostrando como relevantes na colaboração de produção inovativa a partir de evidências referenciadas em

artigos acadêmicos e teses de pós-graduação a respeito das produções de inovação (MARQUES; FREITAS, 2010).

2.5 CONCLUSÕES

As técnicas utilizadas neste trabalho possuem objetivos distintos. No entanto, juntas possibilitaram a exploração e um melhor entendimento da disposição das variáveis de acordo com a caracterização dos possíveis tipos de interação de inventores na rede de invenção do Brasil.

Algumas evidências das características dos agentes da rede de invenções brasileiras são destacadas. O modelo de análise de correspondência sugere que, para todos os tipos de inventores no Brasil, pertencer às regiões metropolitanas é o fato que menos contribui para a variância total dos dados. Os inventores isolados apresentam um maior espalhamento de características individuais entre seus inventores, há certa similaridade de respostas quanto ao pertencimento às grandes organizações, instituições públicas, de ensino e titulação em pós-graduação. Contudo, tais características são dissimilares nos inventores isolados inseridos na indústria, sendo a inserção industrial mais influente na segunda dimensão e na representatividade da inércia total dos dados. Essa dissimilaridade entre grupo de inventores inseridos na indústria e demais características individuais também são encontradas para os grupos dos *internal stars*, *external stars* e *gatekeepers*, sugerindo que as indústrias tenham um perfil de inventores menos homogêneo.

Os *internal stars* apresentam a similaridade de resposta de inserção em grandes organizações e títulos em ensino superior como características que mais contribuem para a primeira dimensão e explicação de parte da inércia total.

O grupo dos *external stars* também apresentam respostas similares, mas destacam a presença em instituições de ensino como características mais importantes na primeira dimensão de variáveis que explicam a inércia total dos dados. E a presença em indústrias como o fator concentrador da segunda dimensão e de maior influência na explicação da inércia total dos dados.

E, os *gatekeepers*, apresentam similaridades de respostas entre inventores inseridos em instituições de ensino e instituições públicas e inventores com pós-graduação, ensino superior e presente em grandes organizações. Dentre as características que mais influenciam na qualidade da inércia total dos dados destacam-se pela inserção em instituições de ensino como o fator mais influente na primeira dimensão e inserção na indústria na segunda dimensão de

variáveis. Isso pode ser uma evidência de que agentes intermediadores de conhecimentos externos (*gatekeepers*) possuem maior dinâmica de inserção no mercado de trabalho do que outros tipos de inventores.

A sustentação destes resultados e das hipóteses investigadas é destacada pelo método *logit* de efeitos fixos. O modelo analisou a probabilidade de os inventores interagirem de maneira distinta com os demais inventores na rede de invenção do Brasil ao longo dos anos e, além disso, os dados em painel permitiram controlar a heterogeneidade e os termos de erros não observados. Os resultados obtidos pelo modelo apontam evidências de que inventores tendem a inventar sozinhos se possuem menor grau educacional e conhecimento tecnológico mais diversificado e básico. Além disso, inventores isolados tendem a não estarem inseridos em instituições de ensino ou de grande porte, mas apresentam relação com o setor industrial brasileiro.

A probabilidade de os inventores serem *internal stars*, *external stars* e *gatekeepers* são comumente aumentadas em casos em que o inventor possui conhecimento em alta tecnologia e titulação em ensino superior e pós-graduação. Esse é um resultado relevante em termos de compreensão da dinâmica das atividades inventivas no Brasil, dado que invenções com conhecimentos em alta tecnologia em termos gerais ainda são pouco desenvolvidas pelo país, o que se deve aos riscos e altos investimentos. Os investimentos no país ainda têm como principal origem o setor público, diferentemente do que ocorre em países da fronteira tecnológica em que empresas privadas se destacam em simbiose com a participação do setor público.

Ademais, os inventores tendem a se comportar ao longo dos anos como *internal stars* se estão inseridos em instituições de ensino ou indústrias, grandes organizações e metrópoles. Esses possuem conhecimentos mais especializados e não se associam a muitos parceiros durante a criação de invenção, o que pode ocasionar trocas de conhecimentos mais redundantes. Em contraposição, observa-se que os *external stars* no Brasil buscam canais globais e extrarregionais de conhecimento a fim de superar barreiras tecnológicas ou de acesso ao conhecimento local. Em consequência disto, estes tipos de agentes apresentam associação negativa tanto com a inserção em metrópoles quanto em grandes organizações, no mais, estes tendem a pertencer ao setor industrial. Considerando as dificuldades em criar inovações de alto nível tecnológico no Brasil, o acesso a conhecimentos provenientes de outras regiões pode ser um meio encontrado de diminuir custos de investimentos. Um

exemplo disso seriam os custos incorridos em investimentos de P&D interno para incentivos à criação autônoma ou regional deste tipo de tecnologia considerada mais complexa.

Os *gatekeepers* no Brasil, agentes que misturam características dos *internal* e *external stars*, tendem a possuir conhecimento em alta tecnologia e especializado, maior nível educacional, grande capacidade de absorção de conhecimento com associação positiva com número elevado de parceiros durante as atividades inventivas. Além disso, estes inventores estariam inseridos em instituições de ensino, grandes organizações e grandes metrópoles. Sendo assim, ao se considerar todos os resultados dos três métodos há confirmação de duas das três hipóteses investigadas pelo presente estudo: *Hipótese 1* de que existe relação entre uma elevada capacidade de absorção de conhecimento e a probabilidade de o inventor se ligar aos demais e potencialmente ser um *gatekeeper*; e *Hipótese 3* de que pertencer a organizações de ensino elevam as chances de os agentes se interligarem a demais inventores e potencialmente ser um *gatekeeper*. Contudo, cabe a questão: quem são os *gatekeepers* no Brasil e qual sua importância para a Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no país?

Considerando as dificuldades em gerar invenções no Brasil, principalmente invenções de alta tecnologia, os *gatekeepers* têm sua relevância no cenário inventivo brasileiro. No entanto, cabe destacar que existem variadas medidas de *gatekeepers* na literatura, neste trabalho considera-se *gatekeepers* aqueles que possuem, ao mesmo tempo, ligações internas e externas. A relevância dos *gatekeepers* se dá por este ser ao mesmo tempo central em sua região, participando de interações e invenções locais, e atrair e buscar conhecimentos provenientes de parcerias com agentes de outras localidades. Esse último ponto pode ser considerado um meio de superação de barreiras tecnológicas locais, e até mesmo um meio de acessar o transbordamento de conhecimentos e frutos de investimentos tecnológicos de outras localidades. Evidencia-se que os *gatekeepers* brasileiros são agentes especializados tecnologicamente e possuem titulação de mestrado e doutorado. Pesquisas universitárias resultantes em artigos e teses têm ganhado destaque como produções que levam a inovações no Brasil e que participam ativamente de parcerias com outras instituições do país. Além disso, conhecimentos de cunho especializado são importantes para a competitividade de organizações e regiões, contanto que não se restrinjam a conhecimentos locais. Este último ponto é a principal importância dos agentes *gatekeepers* dentro de uma rede de invenção, isto é, não permitir que o conhecimento se torne obsoleto.

No entanto, mesmo sendo considerados agentes de grande importância na rede, ainda são poucos os trabalhos que tem como objetivo investigar seu comportamento e

características que os tornam *gatekeepers*. Esse fato tem associação com a falta de consistência de medidas na literatura que definam de maneira mais precisa esses agentes e quais fatores colaboram para que ajam como tal e os difiram dos demais inventores da rede.

Como futuras investigações, é possível pesquisar quais agentes mudaram de grupo ao longo dos anos e quais variáveis afetaram tal comportamento. Com pauta na pequena taxa de erro de classificação e no destaque das análises de redes sobre os agentes que se comportam como *gatekeepers*, pode-se investigar este grupo de inventores pré-classificados como possíveis *gatekeepers* isoladamente. Ademais, é possível haver refinamentos das medidas de *gatekeeper* existente na literatura a fim de investigar a consistência da classificação e caracterização dos mesmos diante das variações de medidas. Os resultados obtidos por esta pesquisa apontam que somente as ligações internas e externas não são capazes de explicar por si só os determinantes de os agentes exercerem cada um dos papéis destacados na rede. Logo, é possível também investigar se os níveis educacionais mais elevados e o pertencimento a determinadas instituições associadas às colaborações em rede são de fato fatores promotores de tais funções. Por último, outra extensão viável de pesquisa é a utilização de outras abrangências geográficas, buscando explorar as características e determinantes inventivos regionais associados aos agentes com maior alcance de ligações externas e captação de conhecimentos distintos.

2.6 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE E. M.; SIMÕES, R.; BAEZA, A.; CAMPOLINA, C.; SILVA L. A distribuição espacial da produção científica e tecnológica brasileira: uma descrição de estatísticas de produção local de patentes e artigos científicos. **Revista Brasileira de Inovação**. v. 1, n. 2, p. 225-251, 2002.

ALLEN, T. J. **Roles in technical communication networks**. Massachusetts, MIT, 1969.

ALLEN, T. J.; COHEN, S. I. Information flow in research and development laboratories, **Administrative Science Quarterly**, n. 14, p. 12–19, 1969.

AARSTAD, J.; KVITASTEIN, O. A.; JAKOBSEN, S. Local buzz, global pipelines, or simply too much buzz? A critical study **Geoforum**, v. 75, pp. 129-133, 2016.

BATHELT, H.; MALMBERG, A.; MASKELL, P. Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation, **Progress in Human Geography**, v. 28, n. 1, p. 31–56, 2004.

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

BRASIL. Lei n. 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 dezembro de 2004.

BRESCHI, S.; LENZI, C. The Role of External Linkages and Gatekeepers for the Renewal and Expansion of US Cities' Knowledge Base, 1990 – 2004, **Regional Studies**, v.49, n.5, p. 782-797, 2015.

CAVALCANTE, L. R.; DE NEGRI, F. Trajetória recente dos indicadores de inovação no Brasil. Texto para discussão, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, n. 1659, 2011.

CHESBROUGH, H. W. The era of open innovation. **Managing innovation and change**, v. 127, n. 3, p. 34-41, 2006.

COHEN, W.; LEVINTHAL, D. Absorptive capacity: a new perspective on learning and Innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, n. 1, p. 128–52, 1990.

COOKE, P. Regional innovation systems: competitive regulation in the new Europe. **Geoforum**, v. 23, n. 3, p. 365-382, 1992.

DE ARAÚJO, I. F.; GONÇALVES, E.; TAVEIRA, J. G. The Role of Patent Co-inventorship Networks in Regional Inventive Performance. **International Regional Science Review**, v. 42, n. 3-4, p. 235-280, 2019.

ETZKOWITZ, H. The new visible hand: an assisted linear model of science and innovation policy. **Science and public policy**. v.33, n. 5, p. 310-320, 2006.

EUROSTAT. **Eurostat indicators of high-tech industry and knowledge-intensive services**. 2014.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance**. London: Pinter Publishers London and New York, 1987.

FREEMAN, C. Networks of innovators: a synthesis of research issues. **Research policy**, v. 20, n. 5, p. 499-514, 1991.

GITTELMAN, M. Does geography matter for science-based firms? Epistemic communities and the geography of research and patenting in biotechnology. **Organization Science**. n. 18, p. 724–741, 2007

GIULIANI, E. Role of technological gatekeepers in the growth of industrial clusters: Evidence from Chile. **Regional Studies**, p. 1329-1348, v.45, n.10, 2011.

GIULIANI, E.; BELL, M. 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.

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

GOULD, R. V.; FERNANDEZ, R. M. Structures of mediation: a formal approach to brokerage in transaction networks. **Sociological Methodology**, v. 19, p. 89-126, 1989.

- GRAF, H. Gatekeepers in regional networks of innovators. **Cambridge Journal of Economics**, n. 35, p. 173–198, 2011.
- GRAF H., KRUGER, J. J. The performance of gatekeepers in innovator networks. **Jena economic research papers**, n. 58, 2009.
- GREEN, B. F.; TUKEY, J. W. Complex analyses of variance: General problems. **Psychometrika**. n. 25, p. 127-152, 1960.
- HAMALAINEN, T.; SCHIENSTOCK G. Innovation networks and network policies. In: **Report For OECD Research Project On National Innovation Systems: Workshops And Meetings Of The Focus Group On Innovative Firms And Networks**, 2000.
- JOHNSON, R. A.; DEAN, W. W. **Applied multivariate statistical analysis**. London: Prentice Hall, 2007.
- KOSCHATZKY, K. Networks in innovation research and innovation policy - an introduction. **Innovation Networks**. Physica, Heidelberg, p 3-23, 2001.
- LEGALLO, J.; PLUNKET, A. Technological gatekeepers, regional inventor networks and inventive performance. **HAL**, 2016.
- PEREIRA, J. M.; KRUGLIANSKAS, I. Gestão de inovação: a lei de inovação tecnológica como ferramenta de apoio às políticas industrial e tecnológica do Brasil. **RAE-eletrônica**. v.4, n.2, 2005.
- MARQUES, R. A.; FREITAS, I. M. B. Colaboração com universidade e as atividades para inovação de empresas brasileiras. **Engevista**, v.9 n.2, 2010.
- MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016 – 2022**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/a-finep/Política/16_03_2018_Estrategia_Nacional_de_Ciencia_Tecnologia_e_Inovacao_2016_2022.pdf> acessado em 16 de Fevereiro de 2019.
- MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia. **Documento de Referência para a IV Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (CNCTI)**, Brasília, maio, 2010.
- MORRISON, A.; RABELLOTI, R.; ZIRULIA L. When do global pipelines enhance the diffusion of knowledge in clusters? **Economic Geography**, v.89 n.1, p. 77-96, 2013.
- NELSON, R. R., **National innovation systems: a comparative analysis**. Oxford University Press on Demand, 1993.
- NELSON, R. The changing institutional requirements for technological and economic catch up. **International Journal of Technological Learning**, Innovation and Development, v. 1, n. 1, p. 4-12, 2007.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research policy**, v.13, n.6, p. 343-373, 1984.
- POWELL, W. W.; GIANNELLA, E. Collective invention and inventor networks. **Handbook of the Economics of Innovation**, v. 1, p. 575-605, 2010.

RUTTEN, R.; BOEKEMA, F. Regional social capital: Embeddedness, innovation networks and regional economic development. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 74 n.9, p. 1834-1846, 2007.

SCHMOCH, Ulrich. Concept of a technology classification for country comparisons. **Final report to the world intellectual property organisation (wipo)**, WIPO, 2008.

SCOTT, A. J. et. al. Cidades-regiões globais. **Espaço e Debates**, São Paulo, n.41, p.11-25, 2001.

TARTARUGA, I. G. P. Cooperação e inovação nos principais parques científicos e tecnológicos do Rio Grande do Sul (Brasil): Tecnopuc, Tecnosinos e Feevale Techpark. **Latitude** v.11, n.2, 2018.

TUSHMAN, M. L.; SCANLAN, T. J. Boundary spanning individuals: Their role in information transfer and their antecedents. **Academy of management journal** v. 24, n.2, p. 289-305, 1981.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. MIT press, 2010.

APÊNDICE

Tabela A1 - Matriz de Correlação entre as variáveis (2000-2012)

| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| (1) Conhecimento em alta tecnologia | 1 | | | | | | | | | |
| (2) Diversificação tecnológica | 0,14 | 1 | | | | | | | | |
| (3) Capacidade de absorção | 0,19 | -0,08 | 1 | | | | | | | |
| (4) Ensino superior | 0,15 | -0,04 | 0,29 | 1 | | | | | | |
| (5) Pós-graduação | 0,02 | 0,03 | -0,03 | -0,37 | 1 | | | | | |
| (6) Instituição de ensino | 0,06 | 0,01 | 0,06 | -0,20 | 0,68 | 1 | | | | |
| (7) Instituição pública | -0,01 | 0,02 | -0,05 | -0,29 | 0,66 | 0,69 | 1 | | | |
| (8) Indústria | -0,11 | 0,03 | -0,13 | -0,30 | 0,51 | 0,36 | 0,36 | 1 | | |
| (9) Grande organização | 0,03 | -0,01 | 0,06 | -0,16 | 0,64 | 0,66 | 0,61 | 0,40 | 1 | |
| (10) Metrópole | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | -0,01 | -0,01 | -0,02 | -0,02 | 0,02 | 1 |

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) com base nos dados do INPI e da RAIS.

Tabela A2 - Determinantes do tipo de inventor no Brasil. Resultados de razão de chance do modelo logit com efeito fixo de ano e estado para o período de 2000 a 2012

| Variáveis | Isolados | | Internal Star | | External Star | | Gatekeeper | |
|--|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | Logit EF condicional | Logit EA |
| <i>Conhecimento em Alta Tecnologia</i> | 0,34*** (0,01) | 0,37*** (0,01) | 1,42*** (0,05) | 1,42*** (0,04) | 1,82*** (0,10) | 1,46*** (0,05) | 1,21** (0,11) | 1,08* (0,05) |
| <i>Diversificação tecnológica</i> | 1,39*** (0,04) | 1,38*** (0,03) | 0,86*** (0,03) | 0,89*** (0,02) | 1,14*** (0,06) | 0,92** (0,03) | 0,68*** (0,06) | 0,72*** (0,03) |
| <i>Capacidade de Absorção</i> | | | 0,98*** (0,00) | 0,99*** (0,00) | 1,09*** (0,00) | 1,06*** (0,00) | 1,69*** (0,02) | 1,56*** (0,01) |
| <i>Ensino Superior</i> | 0,35*** (0,01) | 0,36*** (0,01) | 1,53*** (0,05) | 1,59*** (0,04) | 2,72*** (0,14) | 2,14*** (0,08) | 1,69*** (0,18) | 1,68*** (0,08) |
| <i>Pós-graduação</i> | 0,20*** (0,01) | 0,16*** (0,01) | 1,44*** (0,09) | 1,68*** (0,07) | 4,78*** (0,43) | 3,45*** (0,20) | 1,64*** (0,27) | 2,02*** (0,15) |
| <i>Instituição pública</i> | 1,14*** (0,05) | 1,11*** (0,03) | 0,87*** (0,04) | 0,84*** (0,03) | 1,05 (0,07) | 1,37*** (0,06) | 1,07 (0,14) | 0,87** (0,05) |
| <i>Instituição de ensino</i> | 0,51*** (0,02) | 0,50*** (0,01) | 1,28*** (0,05) | 1,26*** (0,04) | 0,97 (0,06) | 1,10** (0,04) | 1,85*** (0,20) | 1,56*** (0,08) |
| <i>Indústria</i> | 0,85*** (0,03) | 0,80*** (0,02) | 1,24*** (0,04) | 1,25*** (0,03) | 1,32*** (0,07) | 1,67*** (0,06) | 1,12 (0,12) | 0,89** (0,04) |
| <i>Grande organização</i> | 0,63*** (0,03) | 0,63*** (0,02) | 1,42*** (0,06) | 1,39*** (0,04) | 0,82*** (0,06) | 0,97 (0,04) | 2,10*** (0,25) | 1,46*** (0,08) |
| <i>Metrópole</i> | 1,12*** (0,03) | 1,13*** (0,02) | 0,97 (0,03) | 0,97 (0,00) | 0,83*** (0,04) | 0,83 (0,00) | 1,01 (0,09) | 1,01 (0,00) |
| <i>Efeito fixo de ano</i> | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim |
| <i>Efeito fixo de estado</i> | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim |
| <i>N</i> | 52.471 | 52.471 | 37.313 | 37.313 | 19.068 | 19.068 | 23.121 | 23.121 |

- 1) A dependente é uma *dummy* que assume valor 1 caso o inventor seja classificado como o tipo de inventor investigado pela regressão, e 0 caso contrário.
- 2) A variável *capacidade de absorção de conhecimento* foi suprimida da análise dos inventores isolados porque todos apresentam tamanho de equipe nulo.
- 3) *, **, *** denotam respectivamente os níveis de significância de 10%, 5% e 1%.
- 4) Os números entre parênteses são os erros padrões.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) de acordo com resultados obtidos com os dados do INPI e da RAIS.

3 ARTIGO 2 – IDENTIFICAÇÃO DOS *GATEKEEPERS* DA REDE DE COINVENÇÃO DO BRASIL POR DIFERENTES MÉTRICAS

Resumo

A renovação de conhecimentos de uma região é uma ferramenta importante na superação de barreiras tecnológicas locais e geração de inovação. Nesse sentido, os *gatekeepers* são agentes centrais na rede de invenção por possibilitar tal renovação via intermediação de conhecimentos externos e internos de uma região. Contudo, existem variações de medidas e teorias na literatura associadas a este tipo de agente. Ao comparar diferentes medidas de *gatekeepers* na literatura, este artigo busca avaliar a sensibilidade de tais medidas em classificar inventores como *gatekeepers* e compreender qual é o perfil e características associadas aos inventores presentes na rede de invenção brasileira. Para isso, serão utilizados dados anuais em painel ao nível de inventor compreendendo informações de copatenteamento das produções tecnológicas de regiões brasileiras durante o período de 2000 a 2012 e análises das redes por meio de grafos. Ao comparar as diferentes medidas de *gatekeepers*, é possível identificar perfis distintos de inventores como *gatekeepers* com características que não são consistentes em todas as medidas. Os *gatekeepers* possuem relação com conhecimento em alta tecnologia, grau educacional mais elevado e associação com instituições de ensino em todas as medidas consideradas. No mais, cada região brasileira apresenta um sistema de invenção único e os *gatekeepers* se encontram inseridos exatamente nas instituições locais consideradas como mais inventivas, com destaque das universidades como promotoras da maior atuação de inventores como *gatekeepers*. O que sugere a existência de relação entre a presença dos *gatekeepers* e uma maior produção inventiva por parte dessas instituições no sistema brasileiro de invenção. Todavia, inventores com mais colaborações extrarregionais do que locais tendem a se inserir em regiões não metropolitanas, o que sugere este ser um mecanismo de suprir a escassez de conhecimentos e infraestrutura local.

Palavras-chave: métricas de *gatekeepers*; redes de coinvenção; copatenteamento.

Abstract

The renewal of knowledge in a region is an important tool for overcoming local technological barriers and generating innovation. Gatekeepers are agents in the innovation network who enable such renewal through the intermediation of external and internal knowledge of a region. However, there are variations in measures and theories in the literature associated with this type of agent. Comparing different gatekeeper measures in the literature, this paper evaluates the sensitivity of such measures in classifying inventors as gatekeepers and comprise their characteristics in the Brazilian invention network. For this, the paper uses annual panel data at the level of the inventor, comprising information on co-monitoring of technological productions in Brazilian regions during the period from 2000 to 2012 and the analysis of networks using graphs. When comparing different gatekeeper measures, it is possible to verify that they identify different inventor profiles as gatekeepers with characteristics that are not consistent in all measures. All gatekeeper measures are associated to high technology knowledge, higher education degree, and working at educational institutions. Furthermore, each Brazilian region presents a unique invention system where the gatekeepers are inserted exactly in the local institutions used as the most inventive, highlighting the universities as the major promoter of inventors' gatekeeping function. This

suggests a relationship between the presence of gatekeepers and a greater inventive production by this organization in the Brazilian innovation system. However, inventors with more extra-regional collaborations than local ones tend to belong to non-metropolitan regions, which suggests a mechanism to compensate for the lack of knowledge and local development.

Keywords: *Gatekeeper metrics. Co-inventive networks; Brazilian inventive network.*

3.1 INTRODUÇÃO

Interações entre agentes de uma mesma região são consideradas formas de promover vantagens comparativas locais. No entanto, a colocalização de inventores pode produzir uma rede de invenção densa (AUDRETSCH, 1998). Tal medida de densidade possui dupla interpretação, a primeira delas é que redes densas incorporam maior fluxo de conhecimento. Já a segunda, é de que redes densas tendem a ser “fechadas” a conhecimentos externos e, por isso, se caracterizam por serem de conhecimento redundante e obsoleto (MIGUELLÉZ; MORENO, 2013; FLEMING *et al.*, 2007). Logo, com base em *clusters* que se destacam em termos de desempenho tecnológico, é necessário que haja combinação entre interações locais e acesso a conhecimentos externos para obter sucesso em inovar (BATHELT *et al.*, 2004; MORRISON *et al.*, 2013). Nesse sentido, dentro de um sistema de rede de invenção, os *gatekeepers* seriam agentes responsáveis por absorver conhecimentos externos à sua região e difundi-los entre seus parceiros locais (ALLEN; COHEN, 1969). Além disso, dado que auxiliam na renovação e acesso a conhecimentos novos e distintos de uma região, os *gatekeepers* também são considerados como relevantes na superação de barreiras à produtividade tecnológica (BRESCHI; LENZI, 2015).

Considera-se que invenções geradas em parcerias são mais propensas a gerar novas descobertas ou inovações do que invenções produzidas por inventores isolados (SINGH; FLEMING, 2010). Contudo, investimento em conhecimento e preservação de interações sociais leva tempo e implica gastos. Desse modo, agentes com características como interações e contatos variados, além de um alto nível de conhecimento, como os *gatekeepers*, são passíveis de maior procura pelos demais agentes. Isso ocorre como forma de apropriação de tais investimentos sem que haja ocorrência de custos excessivos pela busca ao acesso de conhecimento. Portanto, por gerarem maior produtividade tecnológica em parcerias, acredita-se que haja uma associação entre *gatekeepers* e a elevação na qualidade da produção tecnológica de onde estes estão inseridos (GRAF, 2011).

Contudo, para que um agente seja capaz de captar e absorver conhecimentos externos, que incorram em colaborações tecnológicas inventivas, além de conseguir acessar estes tipos

de conhecimentos, estes devem ser capazes de combiná-los a suas habilidades prévias. Só assim, pode-se garantir que os conhecimentos externos absorvidos e recodificados sejam absorvidos posteriormente por outros agentes locais (COHEN; LEVINTHAL, 1990; GRAF, 2011).

Ainda que haja relativo consenso sobre efeitos positivos dos *gatekeepers* na rede inventiva, há na literatura diferentes formas de definir ou medir *gatekeepers*. A falta de uma medida universal está atrelada à incerteza quanto à necessidade de considerar a intensidade das relações e o posicionamento dos agentes como fatores que alteram as medidas e a caracterização de agentes como *gatekeepers* (GRAF, 2007). Sendo assim, é possível afirmar que todo *gatekeeper* possui contatos internos e externos à sua região, mas não é possível garantir que apenas possuir tais ligações é suficiente para definir um agente como *gatekeeper*.

A fim de responder perguntas como: Quais são as características individuais dos *gatekeepers*? Existem diferenças significativas nas características ao se considerar medidas distintas de *gatekeepers*? Os *gatekeepers* podem ser sub ou superestimados dependendo da medida utilizada? Este trabalho busca comparar variadas medidas de *gatekeepers* na literatura, aplicando-as ao caso brasileiro. Com isso, antes de tudo, o artigo busca contribuir para a literatura investigando as diferenças em termos de classificação de inventores como *gatekeepers* conforme o tipo de medida utilizada, salientando a importância da justificativa da escolha das mesmas. E, além disso, objetiva compreender por meio da interpretação de diferentes métricas qual é o perfil dos *gatekeepers* no Brasil e quais características são predominantes associadas a eles, mesmo considerando diferentes métricas.

Este artigo está dividido em mais quatro seções, além da presente introdução. Na segunda seção é abordada a revisão de literatura que compreende teorias referentes aos *gatekeepers* e reúne variadas medidas existentes na literatura. A terceira seção apresenta a metodologia e a base de dados utilizada para atingir os objetivos propostos por esta pesquisa. A quarta seção reúne os principais resultados obtidos por meio dos métodos aplicados aos dados ao nível de inventor e a nível regional. E, por fim, a quinta e última seção compreende as considerações finais.

3.2 GATEKEEPERS: FORMAS DE MENSURAÇÃO E SUA RELEVÂNCIA PARA O SISTEMA DE INVENÇÃO

A ideia de *gatekeepers* foi introduzida na literatura para conceituar agentes do tipo “*boundary spanners*”²⁰, dado que asseguram o acesso a fontes externas de conhecimentos por meio de laços únicos com agentes de origem externa. Somada à capacidade de absorção de tais conhecimentos, esses agentes possuem a habilidade de difundir os conhecimentos adquiridos aos demais agentes pertencentes a sua localidade (ALLEN; COHEN, 1969).

Como uma extensão ao termo, a denominação “*gatekeepers* tecnológicos” surge para conceituar grupos de agentes atrelados a atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Tal conceito possui uma abrangência maior saindo do âmbito individual para o organizacional. A extensão ao termo original surge designando os agentes como conjuntos de firmas em *clusters* capazes de buscar e selecionar conhecimentos como novos produtos, ideias ou técnicas provenientes de *clusters* externos. Nesse caso, considera-se que tais agentes possuem várias ligações com *clusters* externos e são capacitados a disseminar os conhecimentos adquiridos para o *cluster* local cujas firmas possuem poucas ligações (ALLEN, 1969). Além disso, os *gatekeepers* também são identificados ao se avaliar sua mobilidade de conhecimento, *i.e.*, relações estabelecidas com outros agentes em projetos de P&D. Assim, os *gatekeepers* podem ser considerados grupos de pessoas-chaves que procuram outros agentes externos para obter informação, sendo centrais por se exporem em maior grau às fontes de informação tecnológica externa (PETRUZZELLI, 2008).

No âmbito regional, *gatekeepers* são considerados responsáveis pela captação, criação e difusão de conhecimentos, intermediando trocas de conhecimentos internos e externos à sua região de origem (GIULIANI; BELL, 2005; GIULIANI, 2011; GRAF, 2011; MORRISON *et al.*, 2013). Sendo assim, as unidades geográficas podem ser *clusters* industriais, cidades, regiões, países, etc. Além do mais, os *gatekeepers* são considerados agentes centrais na rede, que possibilitam a superação de barreira de conhecimento local por meio da renovação de conhecimento e, conseqüentemente, levam a uma maior produtividade tecnológica (BRESCHI; LENZI, 2015). Em suma, *gatekeepers* se caracterizam por sua habilidade de absorção de conhecimentos e recodificação de informações de origem e linguagem distintas, tornando-as passíveis de compreensão por agentes locais (BATHELT *et al.*, 2004).

²⁰ O termo tem como definição descrever indivíduos responsáveis por intermediar informações de áreas externas para a rede de comunicação organizacional interna (TUSHMAN, 1977).

3.2.1 Medidas de *gatekeepers*

Considerando os principais trabalhos existentes, é possível identificar variadas aplicações, definições e tipos de medidas na literatura atreladas aos *gatekeepers*, sendo as principais delas resumidas no Quadro 1. É possível identificar que existem trabalhos que adotam mais de uma medida de *gatekeeper*, mas aparentemente há certa aleatoriedade na escolha delas. Observa-se, contudo, uma persistência e consenso na conceituação de que os *gatekeepers* se caracterizam por possuírem contatos tanto com agentes internos quanto externos ao seu ambiente de origem. Mas, ao se considerar a variedade de medidas, pode-se indagar se apenas tal característica assegura que os agentes se comportam de fato como *gatekeepers* na rede.

A medida pioneira de *gatekeeper* que serve de base para as mensurações posteriores existentes na literatura é apresentada no trabalho de Gould e Fernandez (1989). Em seu trabalho, os autores relacionavam os *gatekeepers* com atividades de corretagem, sendo tais agentes também denominados como *brokers*. Os *gatekeepers* eram considerados intermediadores de fluxos/troca de recursos envolvendo pagamento monetário por suas atividades. Obviamente, os ganhos de agentes que intermedeiam fluxos de recursos/conhecimentos não se limitam a apenas quantias monetárias, mas também a outras formas de poder.

Desde a medida pioneira, já se atrelava aos *gatekeepers* à ideia de possuírem uma centralidade intermediadora (*betweenness*) de fluxos de conhecimentos externos (*out*) e internos (*in*). Assim, ao obterem contatos ao mesmo tempo com agentes internos e externos ao seu ambiente, eram responsáveis por captar conhecimentos de origem externa e disseminá-los aos agentes internos a sua localização. Para os autores, o “*gatekeeping*” ocorre quando há concessão de acesso à informação/recurso de maneira seletiva aos membros de seu próprio grupo. No entanto, após o trabalho seminal de Gould e Fernandez (1989), surgiram diversas modificações da medida usada pelos autores para mensurar *gatekeepers*, sendo que um dos trabalhos mais citados na literatura envolve a medida de Giuliani e Bell (2005).

Os autores investigam *clusters* tecnológicos, compostos por firmas, cujo fluxo de conhecimento é direcionado e o conhecimento técnico originário de uma empresa é absorvido por outras empresas locais. Além disso, investiga a probabilidade de a firma ser uma fonte de conhecimento (*out-degree*) e a probabilidade de a firma absorver conhecimentos intracluster (*in-degree*). Desse modo, o *gatekeeper* tecnológico seria um agente com posição central na

rede local atuando como fonte de conhecimento regional e com fortes conexões com fontes externas de conhecimento, ou seja, atuando como *out-degree*.

Ao dividir agentes como isolados, direcionados a ter somente ligações locais e/ou somente ligações externas, Graf (2007) considera que os agentes que possuem ligações internas e externas possam ser considerados *gatekeepers*. Desse modo, o autor menciona a dificuldade em garantir um critério que defina com exatidão os *gatekeepers*. Portanto, sugerem duas medidas associadas às ligações dos *gatekeepers*, inventores com ligações internas e externas. A primeira é dada pelo produto entre o número de ligações internas e externas do agente. Essa mensuração pressupõe valores mais elevados para agentes que possui uma mesma quantidade de relações internas e externas, em relação aos que possuem mais ligações de um tipo do que de outro. Portanto, a primeira medida capta a intensidade de ligações (muitos canais de troca de conhecimento com um único agente) e não a variedade das mesmas (muitos canais de troca de conhecimento dados pela relação com distintos agentes). Visando captar a variedade das ligações internas e externas, o autor utiliza uma segunda medida de *gatekeeper*, a qual se aproxima da medida de Gould e Fernandez (1989) e é dada pelo número de parceiros distintos utilizando-se como base uma matriz de relação binária.

Graf e Kruger (2009) também utilizam duas medidas de *gatekeepers*, uma que segue a definição de Graf (2007) e outra que segue Gould e Fernandez (1989), e ainda investigam a associação de tais variáveis no desempenho inventivo quando elevadas ao quadrado. Kim e Park (2010) conceituam o *gatekeeper* como *international gatekeeper* e consideram estes como a menor distância geodésica que interliga firmas externas e internas à região. Nesse caso, o *gatekeeper* tem função de “ponte” ao conectar firmas dos USA, Japão e Europa, absorvendo informações e recursos extrarregionais e, posteriormente, disseminando-os para firmas intrarregionais. A medida de uma firma como *gatekeeper* internacional reflete o número de vezes que se encontra em uma distância geodésica (considerando a posição da firma) ligando-se simultaneamente a um sistema extrarregional e intrarregional.

Everett e Borgatti (2012) utilizam a medida de centralidade *betweenness* de Gould e Fernandez (1989), considerando a tríade em que A se conecta a B; B se conecta a C; mas A e C não se conectam diretamente. Desse modo, B é intermediador, considerado *gatekeeper* caso A seja agente externo, e C e B colocalizados. Breschi e Lenzi (2015) também se baseiam na medida de Gould e Fernandez (1989), contudo, os autores adaptam a medida original ao considerar que o *gatekeeper*, além de intermediador de conhecimento entre agentes internos e externos, também é o menor caminho (*shortest path*) para a troca de conhecimento entre eles.

Desse modo, os autores buscam relacionar a relevância das ligações de agentes locais com agentes externos por meio da intermediação dos *gatekeepers*, ao invés da conexão direta entre eles.

Quadro 1 - Resumo das medidas de *gatekeepers* existentes na literatura

| Medida | Descrição | Autor (ano) |
|--|---|--------------------------------|
| <i>Gatekeeper</i> : B_{OI} (<i>betweenness out-in</i>) | Sendo I o receptor indireto de conhecimentos, B o <i>gatekeeper</i> e O a fonte doadora de conhecimento. B capta conhecimentos externos de O e dissemina para o agente local I. | Gould; Fernandez (1989) |
| <i>Gatekeeper</i> : $I/O < 1$ (índice de centralidade) | Sendo I o conhecimento recebido e O conhecimento transferido, o <i>gatekeeper</i> é considerado uma “fonte” de conhecimento da rede. | Giuliani; Bell (2005) |
| <i>Gatekeeper 1</i> : $I \times O$ <i>Gatekeeper 2</i> : $I \times O$ (base na matriz binária) | Sendo I o número de relações internas do agente e O número de relações externas; <i>Gatekeeper 1</i> é dada pelo produto entre ligações internas e externas do agente; e <i>Gatekeeper 2</i> é baseada na medida anterior, porém utilizando uma matriz binária. | Graf (2007) |
| <i>Gatekeeper 1</i> : $I \times O_{(t-1)}$ <i>Gatekeeper 2</i> : $B_{OI(t-1)}$ | Sendo I o número de parceiros internos e O número de parceiros externos; <i>Gatekeeper 1</i> segue a medida “ <i>gatekeeper 1</i> ” de Graf (2007); e <i>Gatekeeper 2</i> é dada pela medida de Gould e Fernandez (1989), porém ambas medidas são defasadas. | Graf; Kruger (2009) |
| <i>Gatekeeper</i> : S_{OI} (<i>shortest path out-in</i>) | Sendo I o agente pertencente ao mesmo local de origem do <i>gatekeeper</i> ; O agente de origem externa a região do <i>gatekeeper</i> ; O <i>international gatekeeper</i> é o menor caminho (<i>shortest path</i>) considerando a distância geodésica entre I e O. | Kim; Park (2010) |
| <i>Gatekeeper</i> : B_{OI} | Sendo I o receptor indireto de conhecimentos, B o <i>gatekeeper</i> e O a fonte doadora de conhecimento; <i>Gatekeeper</i> segue Gould e Fernandez (1989). | Everett; Borgatti (2012) |
| <i>Gatekeeper</i> : S_{OI} (<i>shortest path out-in</i>) | Sendo I o agente pertencente ao mesmo local de origem do <i>gatekeeper</i> ; O agente de origem externa a região do <i>gatekeeper</i> ; O <i>gatekeeper</i> é o menor caminho (<i>shortest path</i>) entre I e O. | Breschi; Lenzi (2015) |
| <i>Gatekeeper 1</i> : $I/O < 1$ <i>Gatekeeper 2</i> : B_{OI} | A medida <i>gatekeeper 1</i> é baseada em Giuliani e Bell (2005) considerando <i>gatekeepers</i> agentes com centralidade <i>betweenness</i> padronizada e ligações diretas externas acima da média; E <i>gatekeeper 2</i> é baseado em Gould e Fernandez (1989) e Lissoni (2010) considerando um <i>gatekeeper</i> o agente com valor positivo da medida de intermediação e incluindo o conceito de <i>shortest path</i> . | Le Gallo; Plunket (2020) |
| <i>Gatekeeper</i> : S_{OI} | A medida de <i>gatekeeper</i> tem como base o trabalho de Breschi e Lenzi (2015) considerando o agente o <i>shortest path</i> do fluxo de conhecimento entre agentes internos e externos a uma região. | Araújo <i>et al.</i> (2018) |

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Plunket e Le Gallo (2020) comparam duas medidas existentes na literatura a respeito da definição de *gatekeepers*. Entretanto, como as autoras utilizam uma rede que possui ligações não direcionadas, algumas modificações foram feitas nas medidas tomadas como base. Considerando a medida de Giuliani e Bell (2005), os graus *in* e *out* são substituídos pela centralidade *betweenness* padronizada computada pela localização do inventor. Desse modo, consideram *gatekeepers* os agentes que possuem centralidade *betweenness* e número de ligações externas diretas acima da média, se comparados com os demais agentes da região. Já a segunda, medida com base em Gould e Fernandez (1989), considera o *gatekeeper* um agente atrelado à ideia de *shortest path* e com um valor de *brokerage* absoluta positiva, assim como Lissoni (2010). Ademais, as autoras destacam que os *gatekeepers* são agentes que intermedeiam conhecimentos únicos e não redundantes entre os demais agentes pertencentes a sua rede.

Araújo *et al.* (2018) investigam a influência dos *gatekeepers* na performance inventiva da rede brasileira de invenção, considerando como *proxy* de tal performance o número de patentes *per capita* das microrregiões brasileiras. Os autores tomam como base a medida de Breschi e Lenzi (2015), considerando os *gatekeepers* como o caminho mais curto de transferência de conhecimentos entre agentes dentro da rede de invenção, *i.e.*, *shortest path*. Ao comparar os trabalhos preexistentes na literatura e reunidos no Quadro 1 é possível destacar que a presente pesquisa se diferencia dos demais trabalhos. Tal diferença está em utilizar diferentes medidas de *gatekeepers* a fim de explorar o quanto a escolha das mesmas pode levar a interpretações distintas e até mesmo errôneas com a sub ou superestimação dos resultados. Além disso, a presente pesquisa ao inserir uma nova medida de *gatekeeper* que considera os laços únicos e não redundantes na rede, contribui para a literatura de rede de coinvenção com uma medida mais criteriosa de *gatekeeper*. Nesse sentido, o artigo está interessado não somente na robustez da classificação dos inventores como *gatekeepers*, mas na identificação de características individuais (além da presença de colaborações internas e externas) persistentes em todas as medidas de *gatekeepers* consideradas para a rede brasileira.

3.2.2 Evidências empíricas

Analisando se e como os *gatekeepers* podem contribuir para o desempenho inventivo de *clusters*, tem-se que estes melhoram a qualidade das patentes das quais participam. Contudo, caso estes e demais membros sejam colocalizados, a qualidade desta diminui se comparadas as patentes de inventores multilocalizados. Igualmente, equipes se beneficiam de

gatekeepers socialmente próximos à região mesmo com a ausência destes em sua equipe (LEGALLO; PLUNKET, 2016). Contudo, ao considerar a importância relativa das ligações mediadas por *gatekeepers* nas redes de coinvenção, haveria uma variação desta de acordo com os conhecimentos específicos dos locais a que estes pertencem. Ligações mediadas por *gatekeepers*, em geral, seriam ditas mais importantes para regiões de conhecimentos especializados e localizados do que as de conhecimentos mais diversificados, dado que os *gatekeepers* são agentes capazes de recodificar conhecimentos externos e transferi-los à sua região de origem. Por consequência, quanto mais distinto o perfil tecnológico de uma cidade para as outras cidades com as quais troca conhecimento, maior seria a importância dos *gatekeepers* para acessar informações externas e, em paralelo, menor a importância das ligações diretas. *Gatekeepers* não só executam uma função de ponte, mas também transcodificam e difundem o conhecimento externo a nível local (BRESCHI; LENZI, 2015).

Cabe destacar que o posicionamento do agente na rede e sua relação com os demais agentes têm influência na capacidade de absorção de conhecimento e variedade de experiência de cada inventor. A posição de *degree* é significativa e tem associação com maior quantidade de parceiros de pesquisa assim como variedade de relações na rede promovendo o sucesso inovador. Já a intensidade de ser um *gatekeeper* é investigada na forma quadrática, e como resultado, tem-se um efeito negativo para o termo linear e positivo para o termo quadrático. Logo, apenas agentes com *share* acima da média são capazes de se beneficiar da posição de *gatekeepers*. Desse modo, se o agente é um *gatekeeper* com poucas ligações internas ou externas não é vantajoso para ele continuar exercendo o papel de *gatekeeper*. Por outro lado, um *gatekeeper* com grande número de ligações teria vantagens em manter tal posição (GRAF; KRUGER, 2009).

Ao se investigar o papel dos *gatekeepers* tecnológicos no crescimento de *clusters* industriais no Chile, as evidências apontam que o comportamento de agentes como *gatekeepers* tecnológicos é mais persistente ao longo do tempo do que dos *external star*, agentes se ligam apenas aos agentes externos à sua região. Os inventores que se comportam como nós isolados, inventores autônomos, podem deixar de existir na rede no longo prazo (GIULLIANI, 2011). Para o caso alemão, considerando a posição de agentes na rede e um consequente alto desempenho tecnológico de redes regionais, também se evidencia que agentes inovadores no passado tendem a ser inovativos no futuro (GRAF; KRUGER, 2009).

Dentre as características dos *gatekeepers* nas redes de invenções, encontra-se uma associação positiva com as instituições públicas e uma relação negativa com inventores

individuais. O efeito positivo de ser o componente principal da rede mostra que as relações diretas determinam o grupo de conhecimento acessível, mas que as indiretas desempenham também um papel importante. Os autores sugerem que há um *trade-off* em ser *gatekeeper*. Por um lado, haveria acesso privilegiado a conhecimentos externos valiosos e, por outro, tal conhecimento escaparia no processo de difusão, neutralizando o uso exclusivo do conhecimento (GRAF; KRUGER, 2009). Na Alemanha, há evidências de que a capacidade de absorção de conhecimento é mais importante para um agente ser classificado como *gatekeeper* do que o seu tamanho medido pelo número de produções tecnológicas. Organizações públicas também se comportam mais como *gatekeepers* do que as organizações privadas (GRAF, 2011). Ademais, destaca-se ainda que os *gatekeepers* possam pertencer ou atuarem como organizações de pesquisa ou setor público (GRAF, 2011). Por conformidade, evidências são encontradas de que a maior parte de inovações em áreas de alta tecnologia tem relação direta com universidades ou organizações de pesquisa (GITTELMAN, 2007). No Brasil, universidades participam ativamente da produção de invenções colaborativas, sendo tais evidências encontradas em artigos acadêmicos e teses (MARQUES; FREITAS, 2010).

Ao se investigar o papel dos *gatekeepers* e de suas ligações com agentes externos para a renovação de conhecimento, sugere-se que relações externas diretas levam a maiores e novos conhecimentos locais se comparadas com ligações indiretas mediadas por *gatekeepers*. Isso pode ser explicado por relações mais próximas geograficamente passarem por menos intermediários e serem, portanto, menos distorcidas. No entanto, os *gatekeepers*, ainda assim, seriam relevantes para a absorção de conhecimentos externos por agentes locais (BRESCHI; LENZI, 2015). Para o caso brasileiro, ao se aplicar a medida de Breschi e Lenzi (2015), encontram-se evidências de que os *gatekeepers* influenciam negativamente as invenções regionais, sugerindo que os fluxos diretos de informação entre os agentes seriam mais relevantes do que os indiretos, ocasionados pelos *gatekeepers* (ARAÚJO *et al.* 2018). No entanto, cabe destacar que pode haver alterações em termos de resultados ao se considerar outras medidas, e que nem sempre os agentes locais têm acesso direto a fluxos externos, pois algumas vezes apenas captam tais conhecimentos, dada a existência e atuação dos *gatekeepers* na rede.

3.3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

Considerando a existência das diversas medidas na literatura, o objetivo central desta pesquisa é comparar os resultados obtidos verificando se há diferenças significativas que podem levar, por exemplo, a resultados distintos de classificação e caracterização de inventores ao se utilizar medidas distintas de *gatekeepers*. Para tal, replicam-se algumas medidas de *gatekeepers* preexistentes na literatura, destacadas no Quadro 1, para os dados de depósitos de patentes brasileiras e insere uma nova medida de *gatekeeper* como detentores de laços únicos e não redundantes na rede. Além disso, o capítulo busca investigar as características em comum nos inventores brasileiros identificados como *gatekeepers*.

Serão utilizados dados do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) considerando as produções tecnológicas brasileiras, compreendendo um painel de dados anual ao nível do inventor para os anos de 2000-2012. Informações como grau educacional e ambiente de trabalho, que permitam caracterizar os inventores, são provenientes da base da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), sendo ambas as bases unidas por meio do Cadastro de Pessoa Física (CPF)²¹ dos inventores.

A abrangência geográfica considerada para quantificar as ligações locais e externas dos inventores é a de regiões de influência das cidades (REGIC) em seu nível mais desagregado, visando captar um ambiente de polarização econômica. Os dados foram coletados inicialmente ao nível municipal e em seguida agregados ao nível de REGIC, compreendendo 482 regiões de articulação urbano-regional. Ademais, como se pressupõe que os *gatekeepers*, unidades de observação de interesse da pesquisa, intermedeiam conhecimentos locais e externos a sua região, são excluídos da amostra os inventores que não possuem informações sobre a região de origem e não possuem coinventores. Por conseguinte, considerando que houve troca de conhecimentos durante a criação da patente, assume-se que os coinventores possuem capacidade de absorção de conhecimento e que os *gatekeepers* tem papel fundamental na intermediação dos mesmos.

Dada à estrutura de painel da base e das variáveis dependentes, os modelos econométricos considerados como os mais apropriados para verificar as características determinantes das medidas de *gatekeepers* compreendem os modelos binomial negativo e *probit*. Em ambos os modelos econométricos considerou-se a abordagem de efeitos aleatórios

²¹ Para os anos de 2000 e 2001 utilizaram-se os números de cadastro do PIS/PASEP dos inventores para realizar consultas aos dados da RAIS.

optando-se pelo método híbrido no primeiro caso e para a abordagem de *Chamberlain* no segundo, a fim de tornar as estimativas mais robustas.

3.3.1 Variáveis e base de dados

Em cada modelo investigado, a variável *gatekeeper* assume uma das quatro respectivas medidas distintas consideradas como mais usuais ou recentes na literatura:

- a) ***gatekeeper 1***: representa a medida *broker*²² com base no trabalho pioneiro de Gould e Fernandez (1989). A métrica, antes de tudo, identifica como *gatekeepers* inventores que intermedeiam conhecimentos externos com outros inventores locais e contabiliza o número de pares ordenados com conhecimentos intermediados pelo *gatekeeper* durante o período considerado.
- b) ***gatekeeper 2***: a medida considera o grau de centralidade proposto por Giuliani e Bell (2005) como critério de classificação do inventor como *gatekeeper* ou não. Logo, esta é uma medida binária que assume o valor 1, caso o inventor seja considerado um *gatekeeper* conforme o grau de centralidade e 0, caso contrário.
- c) ***gatekeeper 3***: ao considerar como *gatekeepers* os inventores que possuem ligações internas e externas, assim como em Graf (2007), a medida representa a intensidade das ligações dos inventores. Tal intensidade é dada pelo produto das ligações internas e externas do inventor.
- d) ***gatekeeper 4***: representa a teoria encontrada em Le Gallo e Plunket²³ (2020) de que *gatekeepers* são inventores com laços únicos e não redundantes. Sendo assim, identificam, no primeiro momento, inventores com estes critérios e contabiliza o *score* de intermediações realizadas pelos mesmos durante o período considerado.

O primeiro passo desse estudo foi identificar se os inventores presentes nos documentos das patentes possuíam informações de coinventores provenientes da mesma região de origem e/ou de região externa. Posto isso, inventores que possuem ligações com parceiros internos e externos à sua região foram selecionados como possíveis *gatekeepers*,

²² Medida construída a partir da rotina *brokerage* de Butts (2007) e Butts *et al.* (2012), utilizando o *software* R.

²³ Medida construída a partir da rotina *find_gatekeepers* criada e doada pela própria Plunket aos autores deste artigo. A rotina *find_gatekeepers*, ainda não publicada, foi criada no *software* R e utiliza como base os pacotes de Butts (2007) e Butts *et al.* (2012).

como em Graf (2007), e considerados para a construção da rede e das quatro medidas de *gatekeepers* destacadas acima.

O modelo investigado pode ser resumido por:

$$gatekeeper_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

sendo $gatekeeper_{it}$ a variável dependente que assume em cada modelo uma das medidas de *gatekeepers* selecionadas para cada inventor i no tempo t ; β_0 é o termo constante; X_{it} representa o vetor de variáveis independentes que buscam obter a robustez na caracterização dos *gatekeepers* da rede de coinvenção do Brasil; e ε é o termo de erro. As estatísticas descritivas de todas as variáveis se encontram resumidas na Tabela 1.

O vetor de variáveis explicativas considera os níveis educacionais, grau de conhecimento tecnológico e tipo de organização de trabalho em que os inventores se inserem. A primeira variável, *conhecimento em alta tecnologia*, tem por finalidade investigar se *gatekeepers* possuem conhecimento de cunho mais elevado tecnologicamente considerando a proporção de patentes de alta tecnologia que o agente possui. Essa é definida pela quantidade de patentes do inventor classificadas como de alta tecnologia pela Classificação Internacional de Patentes (IPC) de 4 dígitos²⁴, dividida pelo total de patentes depositadas que pertençam ao *gatekeeper* no período de análise.

Com a finalidade de medir a diversidade de conhecimento do *gatekeeper*, considera-se a variável grau de diversificação tecnológica (*diversificação tecnológica*). Esta é dada pela diversificação de conhecimento em classes tecnológicas, considerando a quantidade de patentes do agente classificadas em classes tecnológicas distintas em relação ao total de patentes depositadas por ele. Para tal construção, assim como a variável conhecimento em alta tecnologia, também se considera a classificação internacional IPC – 4 dígitos, porém compreendendo os 32 grupos tecnológicos existentes na classificação e não apenas os de alta tecnologia.

Quanto maior o nível educacional, maior a aptidão do agente à assimilação e à absorção de conhecimentos novos e distintos. Sendo assim, o nível educacional mais elevado dos *gatekeepers* é medido por meio da variável *dummy* que indica se os inventores possuem título de mestrado e/ou doutorado (*pós-graduação*). A variável assume valor 1 caso o inventor possua a titulação e 0, caso contrário.

²⁴ A classificação em tecnologia alta compreende as áreas: computacional e negócios automatizados, aviação, engenharia genética, *lasers*, semicondutores, tecnologia da telecomunicação e biotecnologia (EUROSTAT, 2014).

A identificação do ambiente de trabalho do *gatekeeper* é dada por variáveis *dummies* que identificam o pertencimento dos inventores às instituições de administração pública²⁵ (instituição *pública*), instituições de ensino públicas ou privadas (instituição de *ensino*) e indústrias (*indústria*). As variáveis assumem valor 1, quando os *gatekeepers* se inserem no tipo de organização considerada e 0, caso contrário.

Como variáveis de controle do ambiente ao qual se insere o *gatekeeper*, consideram-se uma variável que capta o tamanho da organização (grande organização) e outra de pertencimento do agente a uma região metropolitana. A variável *grande organização* controla o fato de que organizações de grande porte incorrem em maiores incentivos a colaborar com agentes externos como meio de superar suas barreiras tecnológicas de maneira mais rápida e menos onerosa. Essa assume valor 1 caso o inventor faça parte de uma organização com mais de 1000 (mil) funcionários e 0, caso contrário. Já a variável *metrópole* controla a facilidade de interação gerada por regiões metropolitanas devido às economias de aglomeração. Tal situação é capaz de incentivar inovações devido à troca mútua de conhecimentos entre agentes dinâmicos (SCOTT *et al.* 2001). Essa variável assume o valor 1 caso o inventor pertença a uma região metropolitana e 0, caso contrário.

Pelas estatísticas relacionadas às variáveis de *gatekeepers* apresentadas na Tabela 1, é possível identificar que há dissimilaridade em termos dos valores assumidos (mínimo, máximo, médias e desvios). Isso reforça o interesse em investigar se estas estariam propensas a gerar resultados distintos mesmo se aplicadas com o mesmo propósito, neste caso, compreender as características individuais dos agentes *gatekeepers*.

Tabela 1. Estatísticas das variáveis dependentes e independentes das características dos *gatekeepers* na rede de invenção (2000-2012)

| Variáveis | Min | Max | Média | Desvio padrão |
|--|-----|-----|-------|---------------|
| <i>Gatekeeper 1</i> | 0 | 164 | 0,62 | 4,48 |
| <i>Gatekeeper 2</i> | 0 | 1 | 0,20 | 0,40 |
| <i>Gatekeeper 3</i> | 0 | 938 | 10,85 | 38,42 |
| <i>Gatekeeper 4</i> | 0 | 350 | 0,83 | 9,37 |
| <i>Conhecimento em Alta Tecnologia</i> | 0 | 2 | 0,24 | 0,41 |
| <i>Diversificação tecnológica</i> | 0 | 2 | 0,57 | 0,32 |
| <i>Pós-graduação</i> | 0 | 1 | 0,14 | 0,34 |
| <i>Instituição de ensino</i> | 0 | 1 | 0,19 | 0,39 |
| <i>Instituição pública</i> | 0 | 1 | 0,08 | 0,27 |
| <i>Indústria</i> | 0 | 1 | 0,08 | 0,27 |
| <i>Grande organização</i> | 0 | 1 | 0,26 | 0,44 |
| <i>Metrópole</i> | 0 | 1 | 0,68 | 0,46 |

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) com base nos dados do INPI e da RAIS.

²⁵ São excluídas dessa classificação as atividades econômicas de ensino ou de saúde, mesmo quando exercidas pelo Estado.

3.3.2 Modelos econométricos²⁶

A fim de obter as estimações do modelo proposto, considerou-se necessária a utilização de dois métodos econométricos distintos a fim de respeitar as distribuições das variáveis dependentes. Nesse caso, como a variável dependente *gatekeeper 2* assume a forma de variável binária, dois métodos são possíveis de serem utilizados: *Probit* e *Logit*.

No mais, para análises de dados cuja variável dependente possui formato de variável de contagem, como é o caso das variáveis *gatekeeper 1*, *gatekeeper 3* e *gatekeeper 4*, *i.e.*, assume apenas valores inteiros e não negativos, utilizam-se os modelos de distribuição *Poisson* ou binomial negativo. O modelo *Poisson* tem como pressuposto que a média seja igual à variância, enquanto o modelo binomial negativo permite a quebra de tal pressuposto ao incluir um parâmetro que indica heterogeneidade não observada. Nesse artigo, constatou-se superdispersão dos dados, ou seja, variância é superior à média. Tal fato pode ocorrer devido a variáveis não observadas, elevados números de zeros na amostra, alta correlação ou média com alta variabilidade. Sendo assim, é adequado que se utilize o modelo binomial negativo.

Ademais, dado que a amostra de *gatekeepers* representa uma pequena parte da população de inventores, pelo caráter de painel da base de dados e a presença de variação *within*²⁷ (intra) pequena, optou-se pela utilização da abordagem de efeitos aleatórios.

Contudo, esse método econométrico exige a não correlação entre as variáveis independentes e o termo de erro a fim de que haja consistência nas estimações. Portanto, como não há garantia de tal exigência e não existem outras variáveis que possam ser utilizadas como variáveis instrumentais, no caso da variável *gatekeeper 2* utiliza-se o modelo *Probit*. Este modelo permite correção do problema pelo método de *Chamberlain*, sendo o modelo mais adequado para este caso específico. E, no caso do binomial negativo, uma estimação de um método híbrido, onde além dos efeitos aleatórios todas as covariáveis variáveis no tempo são expressas como desvios da média do indivíduo. Além disso, foram incluídas *dummies* de ano nos quatro modelos investigados.

²⁶ A descrição dos modelos econométricos das subseções tem base em Mundlak (1978), Chamberlain (1980) e Wooldridge (2002).

²⁷ A abordagem de efeitos fixos é sensível a erros de medida. Nesse caso, um *within* pequeno pode ser contaminado pelo erro. Além disso, a amostra de *gatekeepers* representa apenas uma pequena parcela de inventores que possuem ligações internas e externas na rede do Brasil (GREEN; TUKEY, 1960).

3.3.2.1 Probit

O modelo cuja variável dependente assume valor binário (0 ou 1) como da variável *gatekeeper 2* tem o seguinte formato:

$$P(\text{gatekeeper } 2 = 1|x) = G(x\beta) \equiv p(x) \quad (2)$$

sendo a variável dependente binária igual à medida *gatekeeper 2*, x o vetor de variáveis explicativas e β o vetor de parâmetros. $G(z) = z$ é a função identidade no caso de modelo de probabilidade linear, *i.e.*, as probabilidades de resposta não estão $[0;1]$ para todos x e β .

O modelo *probit* é dado por:

$$G(z) = \Phi(z) \equiv \int_{-\infty}^z \phi(v)dv \quad (3)$$

onde $\Phi(z)$ é a densidade padrão normal.

Sendo assim, considerando $G(\cdot)$ uma função de distribuição cumulativa, esta pode ser representada genericamente por meio de variáveis latentes por:

$$y^* = x\beta + e \quad , \quad y = I[y^* > 0] \quad (4)$$

em que e é uma variável simétrica em torno de zero, continuamente distribuída e independente de x . Se G é uma função de distribuição cumulativa de e : $1 - G(-z) = G(z)$, para os valores reais de z . Deste modo, temos que:

$$P(\text{gatekeeper } 2 = 1|x) = P(\text{gatekeeper } 2^* = 0|x) = P(e > -x\beta|x) = 1 - G(-x\beta) = G(x\beta) \quad (5)$$

que corresponde à equação 2. Quando e tem uma distribuição padrão normal, obtêm-se o modelo *probit* com variáveis latentes.

Em caso de dados em painel com a inclusão dos efeitos não observados c_i , temos:

$$P(\text{Gatekeeper } 2_{it} = 1|x_i, c_i) = P(\text{Gatekeeper } 2_{it} = 1|x_{it}, c_i) = G(x_{it}\beta + c_i) \quad (6)$$

É possível identificar a exogeneidade estrita de x_{it} condicionada c_i na primeira igualdade, de modo que, na probabilidade de resposta do período t apenas x_{it} aparecerá. Já na outra igualdade, pressupõe-se que as variáveis independentes não são correlacionadas com o termo de erro.

Somadas a tais hipóteses, podemos incluir que os resultados independem condicionalmente a (x_i, c_i) . Dado que, ao incluir o termo não observado, y_{it} se torna dependente apenas aos valores observados de x_i através do período t .

No entanto, a fim de obter estimações mais consistentes deve-se incluir mais uma restrição ao modelo a partir da consideração de um modelo *probit* de efeitos aleatórios:

$$c_i|x_i \sim Normal(0, \sigma_c^2) \quad (7)$$

tal restrição implica que c_i tem distribuição normal e que c_i e x_i são independentes.

Dado que β e σ_c^2 podem ser estimados, quando $c = 0$ o efeito parcial pode ser obtido. Ademais, a importância relativa de c_i é dada pela correlação entre múltiplos erros latentes $(c_i + e_{it})$, dado que a variância do erro idiossincrático do modelo de variáveis latentes é igual a 1.

No entanto, a seguinte especificação permite que os efeitos individuais se correlacionem com a média entre os indivíduos dos regressores:

$$c_i|x_i \sim Normal(\psi + \bar{x}_i \xi, \sigma_a^2) \quad (8)$$

sendo \bar{x}_i a média de x_{it} , $t = 0, \dots, 13$ e σ_a^2 a variância a_i em $c_i = \psi + \bar{x}_i \xi + a_i$. Logo, σ_a^2 é a variância condicional de c_i e independe de x_i .

Assim, podemos reescrever a equação que inclui a variável latente ampliando o modelo e denominando-a de *probit* com efeitos aleatórios de *Chamberlain*:

$$Gatekeeper\ 2_{it}^* = \psi + x_{it}\beta + a_i + e_{it} \quad (9)$$

onde e_{it} é uma variável aleatória independente com distribuição Normal (0,1) condicional a (x_i, a_i) e $a_i|x_i \sim Normal(0, \sigma_a^2)$. Essa estimação permite a correlação entre os efeitos individuais e a média individual dos regressores e corrige o problema do parâmetro incidental. De outro modo, o método de *Chamberlain* consiste em incluir um vetor de médias das variáveis que variam no tempo em sua especificação, o que permite a existência de certa correlação entre o efeito aleatório e os regressores, mantendo-se a consistência dos resultados.

3.3.2.2 Binomial negativo

A função densidade da distribuição do modelo binomial pode ser dada por:

$$f(\text{gatekeeper}|\mu, \varphi) = \frac{\Gamma(y+\varphi)}{\Gamma(y+1)\Gamma(\varphi)} \left(\frac{\varphi}{\varphi+u}\right)^{\alpha-1} \left(\frac{u}{\varphi+u}\right)^y, \quad \varphi > 0, \quad y = 0, 1, 2, \dots \quad (10)$$

de modo que $\Gamma(\cdot)$ representa a distribuição Gama e $\varphi = \alpha^{-1}$, α é o parâmetro de superdispersão.

Considerando dados em painel, a função de probabilidade do modelo binomial negativo pode ser dada como:

$$f(\text{gatekeeper}_{it}|x_{it}) = \frac{\Gamma(\text{gatekeeper}_{it} + \eta_{it})}{\Gamma(\text{gatekeeper}_{it} + 1)\Gamma(\eta_{it})} \left(\frac{\eta_{it}}{\lambda_{it} + \eta_{it}}\right)^{\eta_{it}} \left(\frac{u}{\lambda_{it} + \eta_{it}}\right)^{\text{gatekeeper}_{it}} \quad (11)$$

onde $\Gamma(\cdot)$ é a função Gama(\cdot), $\text{gatekeeper}_{it} = \exp(x_{it}\beta)$, $\eta_{it} = \left(\frac{1}{\alpha}\right)\lambda_{it}$ e $\alpha (> 0)$ é o parâmetro de superdispersão; e a relação funcional entre variâncias e médias condicionais é dada por:

$$E(\text{gatekeeper}_{it}|x_{it}) = \lambda_{it} = \exp(x_{it}\beta) \quad (12)$$

$$V(\text{gatekeeper}_{it}|x_{it}) = \lambda_{it} + \alpha\lambda_{it}^2 \quad (13)$$

Se o efeito aleatório é não correlacionado com as variáveis exógenas os coeficientes estimados pelo modelo binomial negativo são consistentes. Nesse caso, pode haver variáveis que estão correlacionadas com o termo de erro. Logo, a fim de obter estimações mais consistentes, deve-se incluir a restrição ao modelo da existência de efeitos aleatórios formando um método híbrido onde as explicativas que variam no tempo são expressas como desvios da média do indivíduo (ALLISON, 2005).

Desse modo, o valor esperado condicional e variância passam a ser:

$$E(\text{gatekeeper}_{it}|x_{it}, a_i) = a_i\lambda_{it} \quad (14)$$

$$V(\text{gatekeeper}_{it}|x_{it}, a_i) = a_i\lambda_{it}(1 + a_i)^{-1} \quad (15)$$

em que $\widehat{\lambda}_{it} = \exp(x_{it}\beta)$ com x_{it} incluindo variáveis exógenas no tempo t, e $(1 + a_i)^{-1}$ sendo a variável aleatória beta-distribuída.

Como o binomial negativo com efeitos fixos é condicional, ou seja, permite a variação específica do indivíduo no parâmetro de dispersão em vez de na média condicional, a escolha do método de efeitos aleatórios com a correção se mostra mais adequada.

3.4 RESULTADOS

Essa seção apresenta os resultados obtidos via análise descritiva e pela estimação das diversas medidas de agentes caracterizados como *gatekeepers* na literatura. A Figura 1 ilustra a totalidade de agentes classificados como *gatekeepers* (azul) no Brasil, envolvendo cada uma das quatro medidas destacadas. Para a construção de um grafo que permita comparar o posicionamento e a quantidade dos *gatekeepers* na rede de invenção do Brasil, optou-se por considerar todas as ligações envolvendo os possíveis *gatekeepers*, *i.e.*, agentes que possuem tanto ligações internas e externas à sua região durante o período de 2000-2012.

Por sua vez, a Tabela 2 reporta o *ranking* das regiões brasileiras com o maior número de *gatekeepers*, considerando cada uma das medidas investigadas. A Tabela 3 reúne as estatísticas da rede de coinvenção das regiões de São Paulo, Campinas e Rio de Janeiro, destacadas como concentradoras da maior parcela de *gatekeepers* na rede de invenção do Brasil. As Figuras 2, 3 e 4 apresentam respectivamente os grafos de suas redes de ligações envolvendo *gatekeepers*. E, por fim, a Tabela 4 apresenta os resultados do modelo proposto (1) que objetiva investigar as características dos *gatekeepers* no caso brasileiro, que vão além da existência de ligações internas e externas na rede.

A rede de copatenteamento que abrange todo o período de 2000 a 2012 é composta por 12.994 processos copatenteados, *i.e.*, pedidos de patentes depositadas que possuíam informações tanto de inventores quanto de seus coinventores. O tipo de ligação na rede de invenção do Brasil é não-direcionada, o que significa que não é possível identificar o nó (inventor) que é a origem do fluxo de conhecimento dentro do sistema de copatenteamento. No total, a rede é composta por 48.022 inventores com informações de região de origem dos quais 20.243 destes colaboram durante o processo de criação de atividade inventiva. A amostra da presente pesquisa compreende os 20.243 inventores inseridos na rede em que 5.299 possuem simultaneamente colaborações internas e externas a sua região, sendo mais propensos a atuarem como *gatekeepers* na rede.

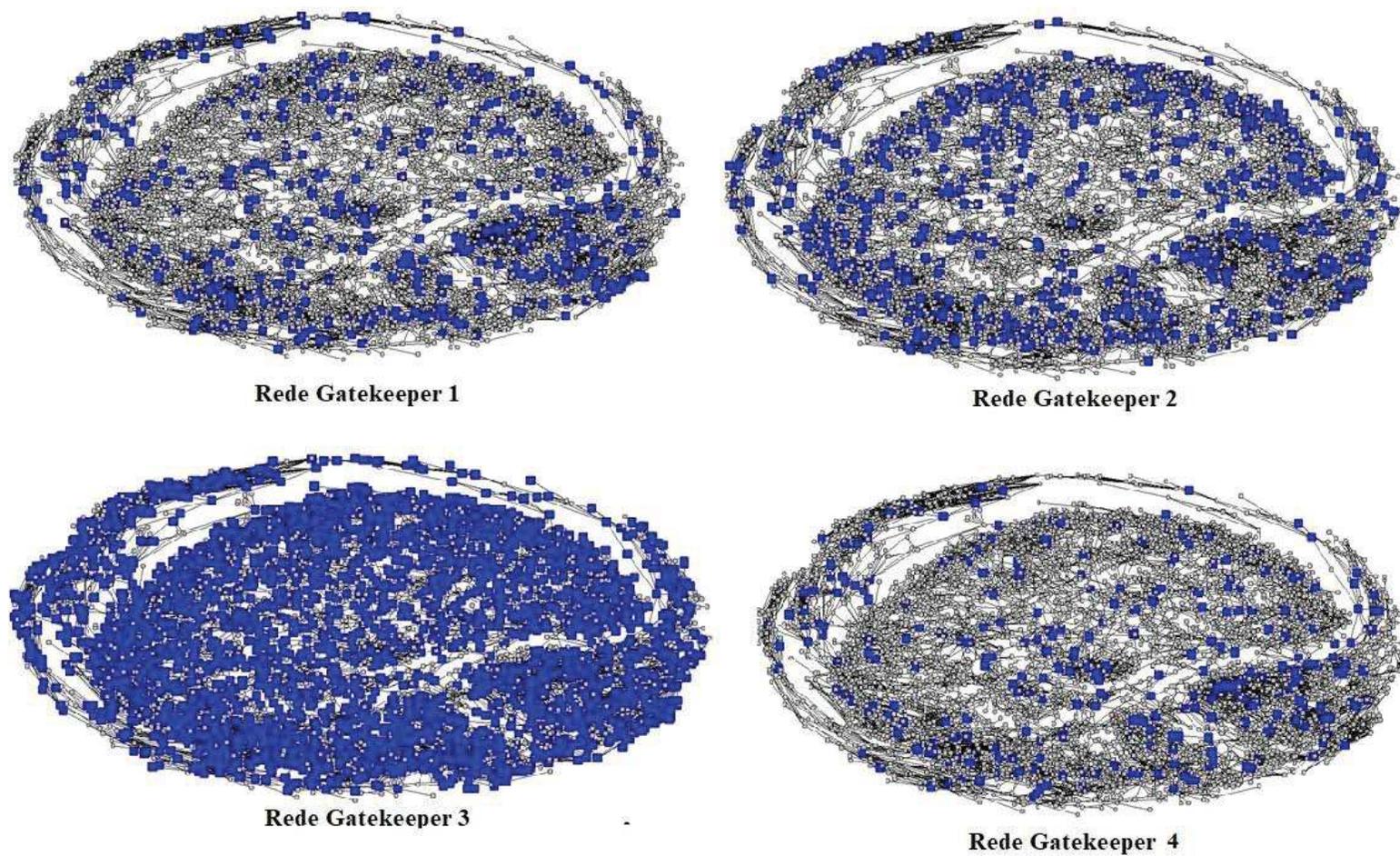
Na Figura 1 cada ponto representa um mesmo inventor, sendo possível inferir que ao considerar medidas distintas de *gatekeepers*, os inventores classificados como tal alteram-se significativamente. O que significa que não há consistência entre os inventores classificados

como *gatekeepers* nas quatro medidas. O grafo de ligações (Figura 1) envolvendo a medida *gatekeeper 3* com base em Graf (2007), considerando como possíveis *gatekeepers* inventores com ligações internas e externas, é mais denso do que os demais grafos que utilizam métricas mais criteriosas. Portanto, considerar apenas o número de ligações internas e externas de um inventor não é a melhor forma de identificar os reais *gatekeepers* da rede, como também sugerido por Graf (2007). Porém, é uma abordagem que permite compreender o potencial de troca de conhecimentos entre as regiões no sistema brasileiro de invenção. E, assim como na presente pesquisa, permite compreender quais características entre os inventores estão associadas a uma maior intensidade dessas ligações dos potenciais *gatekeepers*.

No mais, é possível verificar o quanto as medidas super ou subestimam o número de *gatekeepers* durante o período observado. Pode-se verificar que as classificações utilizando as medidas *gatekeeper 1* – com base em Gould e Fernandez (1989) – e *gatekeeper 2* – com base em Giuliani e Bell (2005) – além de mais usuais na literatura, também possuem um grafo de rede bem similar, quanto ao número e posicionamento dos *gatekeepers* na rede. No entanto, é possível identificar que nem todos os agentes selecionados são os mesmos ao se utilizar as duas medidas. Logo, podemos concluir que as medidas levam a resultados diferentes, por classificar perfis distintos de *gatekeepers*. *Gatekeeper 1* é a medida mais usual na literatura, conforme a definição de *gatekeeper* como um agente intermediador de conhecimentos internos e externos de uma região (GOULD; FERNANDEZ, 1989). Enquanto *gatekeeper 2* sugere que tais agentes sejam considerados fontes de conhecimentos externos, englobando inventores com mais interações externas do que internas a sua região (GIULIANE; BELL, 2005).

Por último, nota-se (Figura 1) que a medida *gatekeeper 4*, cujos inventores classificados como *gatekeepers* são aqueles que envolvem laços únicos e não redundantes, é a medida mais criteriosa em classificar inventores como *gatekeepers* entre as quatro medidas analisadas. Isso porque a medida exige que os *gatekeepers*, além de intermediadores de conhecimento, sejam fontes de conhecimentos externos exclusivamente captados por eles (LEGALLO; PLUNKET, 2016). Assim, observa-se que a medida classifica bem menos inventores como *gatekeepers* na rede de invenção brasileira se comparada às medidas *gatekeeper 1* e *gatekeeper 2*.

Figura 1 – Rede de coinvenção do Brasil compreendendo as medidas de *gatekeepers* para o período de 2000-2012.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021) por meio dos dados do INPI referente aos anos de 2000 a 2012.

As medidas de *gatekeepers* existentes na literatura podem levar a conclusões e classificações totalmente distintas dos *gatekeepers* em uma rede. Portanto, há a possibilidade de os resultados serem inconsistentes com a realidade ao desconsiderar o objetivo e os critérios de classificações de cada uma das medidas.

A Tabela 2 permite identificar que as regiões de São Paulo, Campinas e Rio de Janeiro se encontram no topo do *ranking* das regiões com maior número de inventores que se comportam como *gatekeepers* considerando todas as quatro medidas. Juntas, as três regiões destacadas compreendem um terço do total de *gatekeepers* da rede de invenção do Brasil, compreendendo as quatro medidas.

Tabela 2 – *Ranking* das TOP 5 regiões brasileiras com maior número de *gatekeepers* – Período de 2000-2012

| Posição <i>Ranking</i> | <i>Gatekeeper 1</i> | <i>Gatekeeper 2</i> | <i>Gatekeeper 3</i> | <i>Gatekeeper 4</i> |
|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1º | São Paulo (14%) | São Paulo (20%) | São Paulo (16%) | Rio de Janeiro (14%) |
| 2º | Campinas (13%) | Campinas (11%) | Campinas (11%) | São Paulo (13%) |
| 3º | Rio de Janeiro (13%) | Rio de Janeiro (6%) | Rio de Janeiro (7%) | Campinas (13%) |
| 4º | Porto Alegre (7%) | São Carlos (5%) | Belo Horizonte (5%) | Joinville (7%) |
| 5º | Joinville (6%) | Belo Horizonte (4%) | Porto Alegre (5%) | São Carlos (6%) |
| Total (100%) | 533 | 1.133 | 5.299 | 317 |

Nota: Os valores em parênteses representam a participação das regiões quanto ao número de *gatekeepers* que possuem em relação ao total de *gatekeepers* no Brasil.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) por meio dos dados do INPI referente aos anos de 2000 a 2012.

Considerando esta evidência, a Tabela 3 reúne estatísticas da rede, assim como medidas de densidade das ligações nas redes de coinvenção dessas três regiões destacadas. Caracterizada pelo número de ligações internas à região no período considerado dividido pelo número de ligações possíveis na região, a medida de densidade das ligações locais tem como base Fleming *et al.* (2007), Lobo e Strumsky (2008), Strumsky, Thill (2013) e Gonçalves *et al.* (2019). Esta, adaptada para a rede de coinvenção regional, é dada por:

$$D_t = \frac{L_t}{N_t(N_t-1)/2} \quad (16)$$

D_t é a medida de densidade de ligações locais no período considerado, L_t é o número de ligações entre os inventores da região e N_t é o número de coinventores dentro da região no período considerado.

Por meio da Tabela 3, é possível identificar que São Paulo é a região que possui maior número de *gatekeepers* em quase todas as medidas. A exceção é encontrada na medida

gatekeeper 4, a qual é mais elevada no Rio de Janeiro. Também é possível identificar que São Paulo possui o maior número de inventores que geram atividades inventivas em parcerias e o maior número tanto de ligações internas quanto externas.

Tabela 3 – Estatísticas do sistema de coinvenção das TOP 3 regiões com maior número de *gatekeepers* na rede coinvenção regional – período 2000-2012.

| | Rede de coinvenção de São Paulo | Rede de coinvenção de Campinas | Rede de coinvenção do Rio de Janeiro |
|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|
| Total <i>gatekeepers 1</i> | 72 | 67 | 60 |
| Total <i>gatekeepers 2</i> | 231 | 125 | 71 |
| Total <i>gatekeepers 3</i> | 858 | 604 | 396 |
| Total <i>gatekeepers 4</i> | 41 | 41 | 43 |
| Total de coinventores locais | 13294 | 2548 | 3140 |
| Total de coinventores externos | 1615 | 881 | 578 |
| Total de ligações locais | 13485 | 4950 | 6655 |
| Total de ligações externas | 3400 | 2710 | 1198 |
| Densidade das ligações locais | 0,0002 | 0,002 | 0,003 |

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) por meio dos dados do INPI referente aos anos de 2000 a 2012.

Ao se comparar as densidades das ligações locais das regiões destacadas, verifica-se que as três regiões possuem medidas baixas de densidade local, sendo a menor delas encontrada na rede de São Paulo e a mais elevada na rede do Rio de Janeiro. Tais medidas comparadas ao valor médio da densidade de ligações locais no Brasil de 0,05 ou 5% permitem evidenciar que por mais que haja muitas ligações locais nas regiões destacadas, estas não são consideradas redes locais densas cujos conhecimentos se tornam redundantes. O total de ligações externas ajuda a reforçar essa ideia evidenciando que as regiões possuem diversas ligações locais, mas que estas são abertas a conhecimentos de origem externa à região, o que auxilia na superação de barreiras locais.

A rede de coinvenção envolvendo *gatekeepers* de São Paulo, representada pela Figura 2, é composta por 16.885 ligações entre 858 inventores – considerados possíveis *gatekeepers* – com inventores locais e demais inventores pertencentes a outras regiões brasileiras. A rede de coinventores centrais de São Paulo possui grau de densidade local igual a 0,02%. Dentre o total de inventores da região de São Paulo, 72 são classificados como *gatekeeper 1*, 231 como *gatekeeper 2*, 858 *gatekeeper 3*, e 41 *gatekeeper 4*.

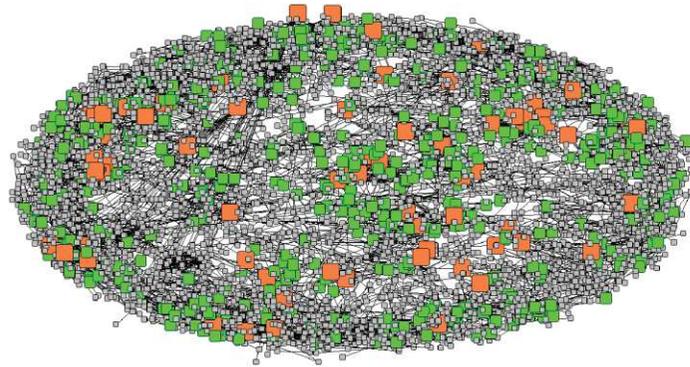
Analisando os *gatekeepers* classificados pela medida 1, temos que 28% deles estão inseridos em alguma instituição de ensino de São Paulo, 8% em indústrias da região e 7% em alguma instituição pública. Entre os classificados pela medida *gatekeeper 2*, 12% estão em uma instituição de ensino, 9% na indústria e 6% pertencem a uma instituição pública de São Paulo. Já os inventores classificados como *gatekeeper 3* têm 17% de participação em

instituição de ensino, 12% na indústria e 10% em instituição pública. E os classificados pela quarta medida tem o total de 39% inseridos em instituição de ensino, 16% na indústria e 10% em instituição pública da região. Tais estatísticas permitem inferir que dentre os três tipos organização, as instituições de ensino de São Paulo apresentam a maior concentração de *gatekeepers*, sendo seguidas pela inserção na indústria e com menor participação em instituições públicas da região. Essa evidência permite concluir que em São Paulo as instituições de ensino são as maiores detentoras de fonte de renovação de conhecimento tecnológico da região. Uma instituição de ensino que pode ser citada é a maior universidade do país, a Universidade de São Paulo (USP). A USP é uma das instituições com maior número depósitos no INPI e possui agência própria de inovação (AUSPIN). Além disso, São Paulo também é sede da Whirlpool, organização de cunho industrial responsável pela fabricação de eletrodomésticos de várias marcas renomadas no mercado como *Consul* e *Brastemp*, e possui grande participação dentre as patentes concedidas pelo INPI.

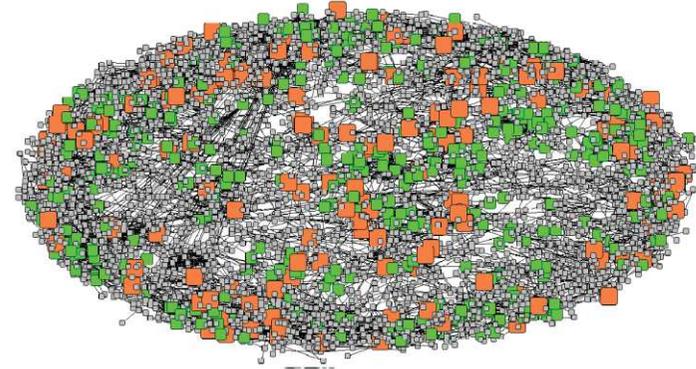
Assim como na Figura 1, ao se comparar as quatro medidas de *gatekeepers*, é notável – dada a totalidade de inventores de São Paulo com ligações internas e externas em laranja – que a medida *gatekeeper 3* reflete o potencial da região em ter inventores exercendo o papel de *gatekeepers*. Como os grafos foram construídos permanecendo os inventores (pontos) na mesma posição para as quatro medidas consideradas, também é possível notar que a medida *gatekeeper 4* é uma medida mais “refinada” em classificar inventores como *gatekeepers*. Essa evidência pode ser notada pela rede de São Paulo gerada pela medida *gatekeeper 4* obter, em geral, os mesmos inventores classificados como *gatekeepers* (laranja) do que as medidas *gatekeeper 1* e *2*.

Adicionalmente, é possível verificar que inventores pertencentes a São Paulo (verde) possuem grande número de parcerias com inventores de outras regiões (cinza). O número de parceiros provenientes de outras regiões é dez vezes maior do que o número de inventores de São Paulo, que se ligam tanto a outros inventores locais quanto aos não locais. Essa é uma evidência de que a rede de invenção de São Paulo é uma rede aberta, que possui uma fonte variada de conhecimento externo – muitos coinventores externos (cinzas) – e um grande número de inventores locais (verde) têm acesso a tais conhecimentos. A importância dos *gatekeepers* (laranja) na rede de São Paulo é que, além do acesso destes aos conhecimentos externos ser superior e mais variado do que os dos demais inventores locais (verde), eles também se ligam a diversos inventores locais. Por isso, os *gatekeepers* conseguem disseminar tais conhecimentos com maior facilidade e rapidez do que os demais inventores.

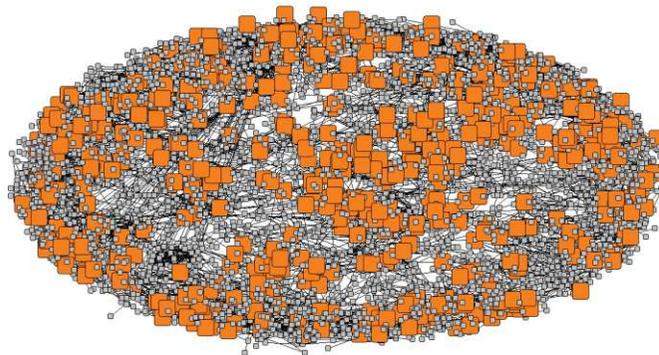
Figura 2 – Rede de ligações de *gatekeepers* de São Paulo 2000-2012



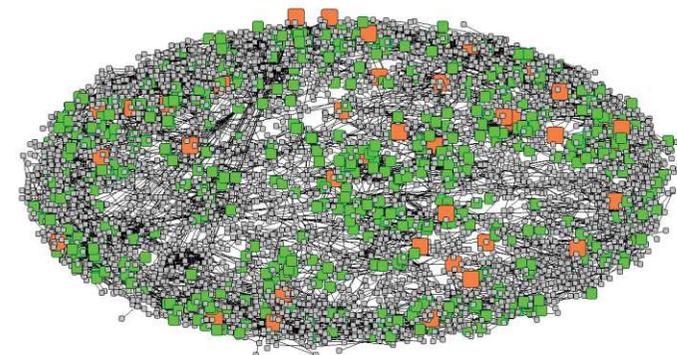
Rede São Paulo - Gatekeeper 1



Rede São Paulo - Gatekeeper 2



Rede São Paulo - Gatekeeper 3



Rede São Paulo - Gatekeeper 4



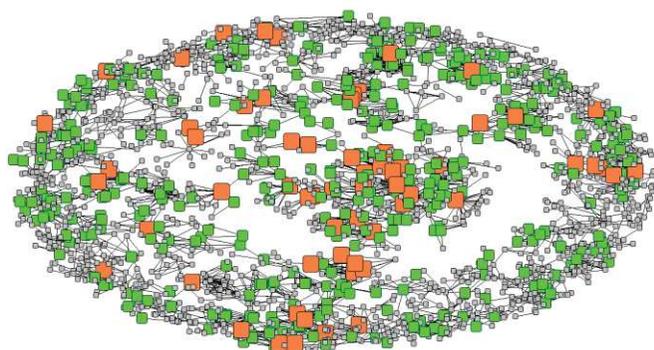
Fonte: Elaborada pelos autores (2021) por meio do *Ucinet* com os dados do INPI.

A rede de *gatekeepers* de Campinas, ilustrada pela Figura 3, compreende 604 inventores centrais pertencentes à região que se ligam a 2.548 inventores locais e a 881 inventores externos, pertencentes a demais regiões do país por meio de atividades de copatenteamento. A rede de Campinas possui grau de densidade igual a 0,2%. Logo, se compararmos a rede de invenção de Campinas (Figura 3) com a rede de invenção de São Paulo (Figura 2), tem-se que a rede de Campinas é mais densa do que a de São Paulo.

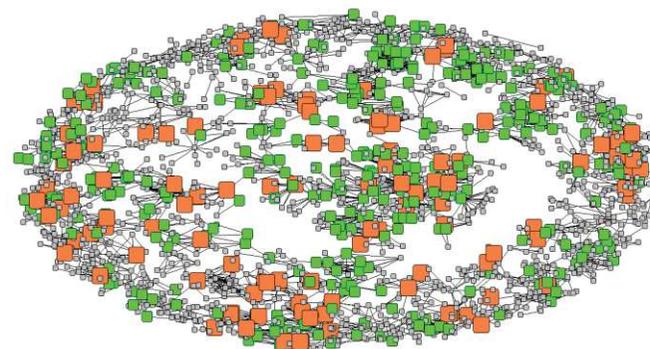
O número de inventores considerados como possíveis *gatekeepers* (*gatekeeper 3*) em Campinas é aproximadamente 30% menor do que o montante de inventores paulistas que se conectam interna e externamente. Além disso, o número de parceiros (cinza) de outras regiões em atividades inventivas com inventores de São Paulo é aproximadamente 200% maior do que o de coinventores externos de Campinas. Tais estatísticas somadas à maior densidade da rede de Campinas e um menor número de ligações externas sugere que a rede de Campinas tem uma fonte de conhecimento externa menor e mais redundante se comparada a São Paulo.

Ao comparar as quatro medidas de *gatekeepers* de Campinas (Figura 3) é notável, assim como na rede completa (Figura 1) e rede de São Paulo (Figura 2), que a medida *gatekeeper 3* ilustra o potencial da região em ter inventores que se comportam como *gatekeepers*. De outro modo, a medida *gatekeeper 3* ao ilustrar os potenciais *gatekeepers* também ilustra o potencial de Campinas em acessar diretamente o conhecimento de outras regiões. Além disso, há semelhanças da classificação de inventores como *gatekeepers 4* (laranja) com os inventores também classificados pelas medidas *gatekeepers 1* ou *2*. Dessa forma, a medida *gatekeeper 4* tende a ser mais exata ao classificar *gatekeepers* dentro da rede de invenção regional.

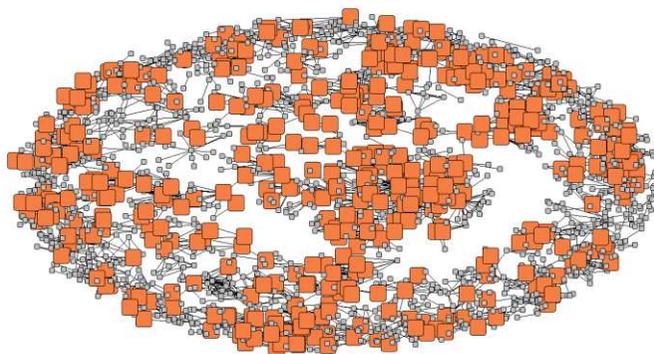
Dentre os inventores da região de Campinas, são classificados 67 inventores como *gatekeeper 1*, 125 como *gatekeeper 2*, 604 como *gatekeeper 3* e 41 como *gatekeeper 4*. Ao se analisar a informação sobre o ambiente de trabalho em que se inserem os *gatekeepers* de Campinas, tem-se que para a medida *gatekeeper 1*, 43% pertencem a uma instituição de ensino, 3% a uma instituição pública e 3% à indústria da região. Para a medida *gatekeeper 2*, destaca-se que 27% dos *gatekeepers* estão em instituição de ensino da região, 7% na indústria e 2% em alguma instituição pública de Campinas. Dentre os potenciais *gatekeepers* classificados pela medida *gatekeeper 3*, 27% se inserem em instituição de ensino, 10% na indústria e 2% em alguma instituição pública. E considerando a medida *gatekeeper 4*, 54% dos classificados pertencem à instituição de ensino, enquanto 5% estão inseridos em alguma instituição pública da região e outros 5% à indústria.

Figura 3 – Rede de ligações de *gatekeepers* de Campinas 2000-2012

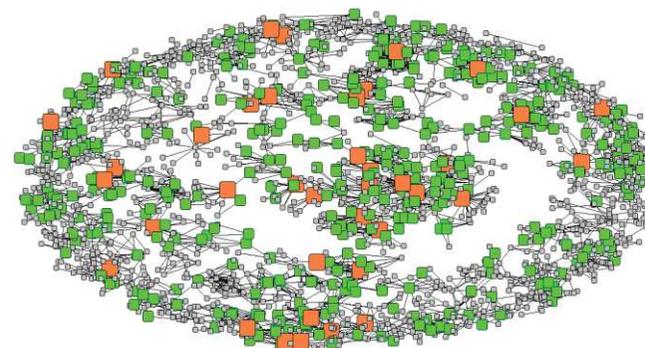
Rede Campinas - Gatekeeper 1



Rede Campinas - Gatekeeper 2



Rede Campinas - Gatekeeper 3



Rede Campinas - Gatekeeper 4



Fonte: Elaborada pelos autores (2021) por meio do *Ucinet* com os dados do INPI.

As estatísticas permitem inferir que, assim como a região de São Paulo, os inventores classificados como *gatekeepers* em Campinas estão em grande parte inseridos em instituições de ensino da região. Contudo, a inserção em indústria e instituições públicas na região é bem pequena. Esse resultado reforça a importância das instituições de ensino de Campinas como fonte de renovação de conhecimento tecnológico da região. Nesse caso, um exemplo de instituição de ensino da região que pode ser considerada como possível detentora de fonte de conhecimento, capaz de renovação de conhecimento tecnológico da região e superação de barreiras tecnológicas locais, é a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). A Unicamp possui uma agência própria que tem responsabilidade de proteção de propriedade intelectual de patentes da Universidade, a Agência de Inovação Inova Unicamp. A Unicamp tem se destacado há anos com patentes concedidas pelo INPI e em 2018 bateu recorde de 71 patentes concedidas, segundo informações do Relatório de Atividades da Agência de Inovação Inova Unicamp (INOVA, 2018).

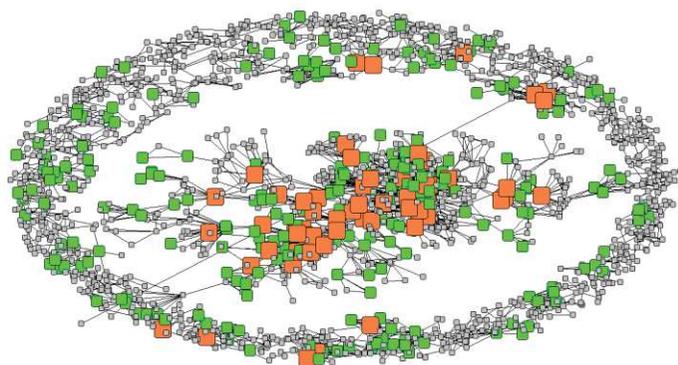
Por último, a rede de coinventores *gatekeepers* do Rio de Janeiro é composta por um total de 3.718 inventores brasileiros. A Figura 4 ilustra que 396 destes são *gatekeepers* do Rio de Janeiro que possuem 3.140 coinventores locais e 578 coinventores provenientes de outras regiões do país. A rede do Rio de Janeiro possui densidade igual a 0,3%.

Ao comparar a rede de invenção do Rio de Janeiro com a rede de ligações dos *gatekeepers* de Campinas, podemos evidenciar que o número de possíveis *gatekeepers* é aproximadamente 35% menor no Rio de Janeiro. A Tabela 4 aponta que a região do Rio de Janeiro possua mais inventores que participam de atividades de coinvenção e estes têm mais ligações internas do que externas se comparados aos coinventores de Campinas. Além disso, como a densidade local é mais elevada, isso pode ser uma evidência de que a rede de coinvenção do Rio de Janeiro é mais “autocentrada” e os conhecimentos são mais propensos à redundância.

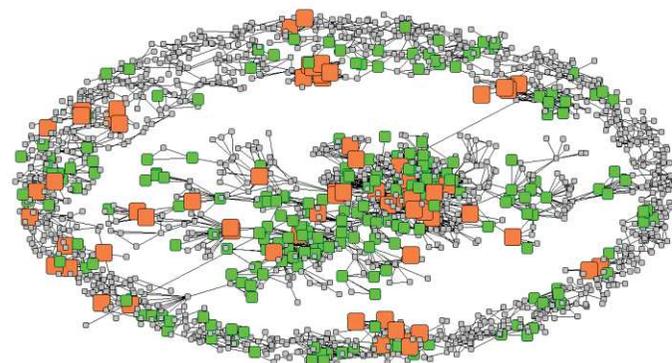
Todavia, ao se investigar os dados envolvendo apenas os *gatekeepers* tem-se que o número de parcerias com inventores externos ao Rio de Janeiro cai 35% se comparado com a rede de Campinas. Por mais que o acesso às fontes de conhecimentos externos esteja disponível, as atividades inventivas do Rio de Janeiro envolvem no geral um grupo de inventores locais que concentram tais conhecimentos via maior número de parcerias locais. Nesse caso, *gatekeepers* (laranja) poderiam ser considerados como ainda mais relevantes em redes densas, dado que possuem a habilidade e capacidade de disseminar conhecimentos adquiridos no âmbito externo aos demais inventores locais.

Dos 301 inventores do Rio de Janeiro que se ligam interna e externamente, 60 destes são classificados como *gatekeeper 1*, 71 como *gatekeeper 2*, 396 conforme a medida de possíveis *gatekeepers* (*gatekeeper 3*), e 43 como *gatekeeper 4*. Ao se investigar estatísticas a respeito da inserção dos *gatekeepers* no ambiente de trabalho, temos que pela medida *gatekeeper 1*, 5% dos *gatekeepers* pertencem à instituição de ensino, 5% à indústria e 23% à instituição pública. Pela medida *gatekeeper 2*, identifica-se que 8% dos inventores classificados estão em alguma instituição de ensino do Rio de Janeiro, 11% na indústria e 25% em alguma instituição pública da região. Os possíveis *gatekeepers* (*gatekeeper 3*) tem um total de 14% de inserção em instituição de ensino, 7% na indústria e 23% em instituição pública. E pela medida *gatekeeper 4*, temos que 5% dos *gatekeepers* pertencem a uma instituição de ensino, 7% à indústria e 28% a alguma instituição pública do Rio de Janeiro. Tais estatísticas contrastam com os resultados encontrados para São Paulo e Campinas.

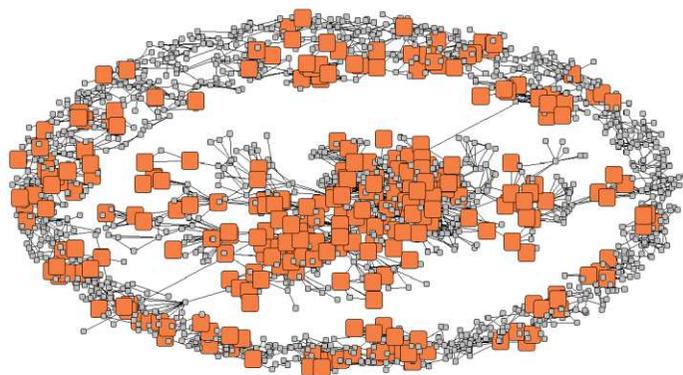
Na região do Rio de Janeiro, os *gatekeepers* estariam inseridos mais em instituições públicas, seguidos por organizações do tipo industrial e com uma menor participação em instituições de ensino. Esse é um resultado interessante, dado que no Rio de Janeiro se encontra a sede da maior depositária de patentes do INPI e destaque em desenvolvimento de tecnologias voltadas para a extração de petróleo, a Petrobrás. Além disso, o Rio de Janeiro também possui grande número de patentes concedidas pelo INPI associadas à Universidade do Rio de Janeiro (UFRJ). A UFRJ também possui uma agência própria de fomento a inovação que trabalha em parceria com o parque tecnológico da UFRJ o que permite supor que de fato os *gatekeepers* podem estar presentes em ambientes com alto desempenho inventivo.

Figura 4 – Rede de ligações de *gatekeepers* do Rio de Janeiro 2000-2012

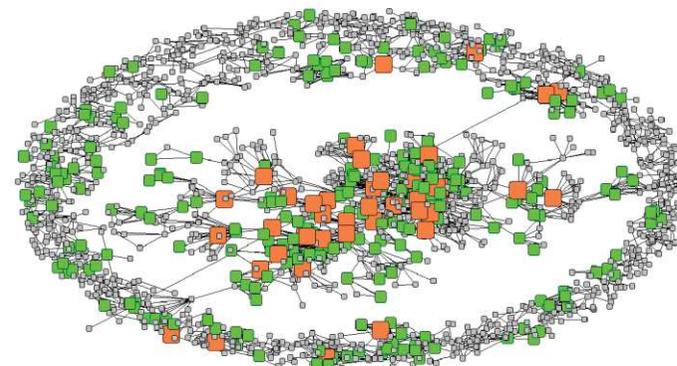
Rede Rio de Janeiro - Gatekeeper 1



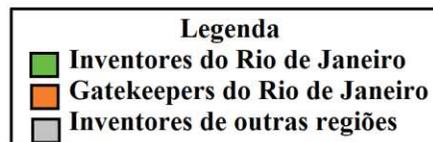
Rede Rio de Janeiro - Gatekeeper 2



Rede Rio de Janeiro - Gatekeeper 3



Rede Rio de Janeiro - Gatekeeper 4



Fonte: Elaborada pelos autores (2021) por meio do *Ucinet* com os dados do INPI.

Por meio da Tabela 4, é possível identificar as diferenças e semelhanças entre os resultados que caracterizam os *gatekeepers* ao se utilizar as diferentes medidas. Ao se analisar separadamente cada medida, é possível identificar variáveis estatisticamente significativas caracterizando inventores classificados pela medida *gatekeeper 1*, cujo inventor é um intermediador de ligações entre inventores de sua região e inventores externos. Os resultados evidenciam que os *gatekeepers*, intermediadores de conhecimentos internos e externos, estão associados a um grau educacional mais elevado com pós-graduação e conhecimento tecnológico mais complexo com domínio em alta tecnologia. Giuliani e Bell (2011) também evidenciam resultados associados a maior grau de conhecimento e os *gatekeepers*. Estes inventores apresentam associação negativa com conhecimentos diversificados, podendo ser considerados inventores que tendem a ser especializados tecnologicamente. De outro modo, o conhecimento tecnológico quando muito diversificado possui relação negativa com a atuação do inventor como intermediador de conhecimento na rede. O que pode ser um indício de que inventores são mais relevantes em absorver conhecimentos externos e torna-los passíveis de compreensão se são especializados em domínios tecnológicos. Ademais, os *gatekeepers* que intermedeiam conhecimentos locais e externos no Brasil apresentam associação positiva com inserção em instituições de ensino e instituições públicas do país e tendem pertencer a regiões metropolitanas. Tal fato pode estar associado aos efeitos das aglomerações e à facilidade de colaborações entre os inventores em regiões metropolitanas, além de que o número de ligações internas pode ser maior nessas regiões. Nesse caso, a intermediação de ligações internas e externas teria sua relevância em evitar a situação de *lock-in* tecnológico regional. As demais variáveis não foram significativas.

A segunda medida de *gatekeeper 2*, baseada no índice de grau de centralidade de Giuliani e Bell (2005), classifica como *gatekeepers* inventores que possuem tanto ligações internas quanto externas a sua região, mas que as ligações externas sejam superiores às ligações internas. Isto é, seriam inventores considerados como fontes de conhecimento externo e mais direcionados a captar conhecimentos externos do que disseminá-los entre os agentes locais. Como resultados, há evidências de que os *gatekeepers* brasileiros, fontes de conhecimentos externos, também estejam associados a conhecimentos mais avançados e complexos com titulação em cursos de mestrado e/ ou doutorado e conhecimentos em alta tecnologia. De outro modo, possuir conhecimentos em alta tecnologia e grau educacional mais avançado pode elevar marginalmente a possibilidade de o inventor ser uma fonte de conhecimento externo em sua região no Brasil. Além disso, inventores que se inserem em instituições de ensino estão associados a uma maior probabilidade de se comportar como

fonte de conhecimento externo na rede, sendo esta a única instituição significativa ao se investigar este tipo de inventor. No entanto, *gatekeepers* com maior número de colaborações externas supostamente não se associam ao pertencimento a regiões metropolitanas. Inventores com mais colaborações externas do que internas à sua região podem se comportar como fontes de conhecimento externo como meio de suprir a falta de acesso a conhecimentos tecnológicos locais. Grillitsch e Nilsson (2015) encontram evidências similares de que as colaborações são formas de compensar a falta de transbordamentos de conhecimentos locais. Além disso, regiões não metropolitanas tendem possuir menor aglomeração de inventores e menor acesso a conhecimentos diversificados. As demais variáveis não foram significativas em relacionar a probabilidade de os inventores se comportarem como fontes de conhecimentos externos na rede.

Ao se investigar a medida *gatekeeper 3*, que mede a intensidade de ligações internas e externas dos inventores com base em Graf (2007), pode-se inferir que possuir conhecimento em alta tecnologia é positivamente associado à intensidade das ligações dos *gatekeepers*. Em contraposição, quanto maior a diversificação tecnológica menor tende a ser a intensidade dessas ligações para os inventores no Brasil. Assim, quanto maior a variedade de conhecimento em alta tecnologia e maior especialização tecnológica maior tende ser a relação dessas características com a intensidade de ligações dos possíveis *gatekeepers* no Brasil. Além disso, encontram evidências de que a inserção destes inventores em instituições de ensino e instituições públicas também possuem relação positiva com a intensidade de ligações dos mesmos. As demais variáveis explicativas não foram significativas em explicar a intensidade de ligações internas e externas do inventor.

O quarto modelo da Tabela 4, representado pela medida *gatekeeper 4*, abrange a ideia de que *gatekeepers* são agentes que além de intermediar conhecimentos de origem interna e externa às suas regiões, possuem laços únicos e não redundantes com agentes externos. Essa medida amplia a relevância dos *gatekeepers* ao se considerar que estes são meios de acessar conhecimentos exclusivos na rede. Os resultados apontam a intermediação de conhecimentos únicos e não redundantes na rede esteja associada a conhecimentos em alta tecnologia e maior grau educacional com titulações em pós-graduações. Além disso, a diversificação tecnológica dos *gatekeepers* tende a se relacionar com um menor número de intermediação de conhecimentos não redundantes na rede de invenção do Brasil. O que sugere haver troca de conhecimentos em áreas tecnológicas mais restritas levando a especialização tecnológica. Somado a isso, estes inventores possuem uma elevada dinâmica de inserção em variadas

instituições do país apresentando relação positiva com os três tipos de instituições consideradas: instituições públicas, instituições de ensino e indústrias. Ademais, estar inserido em grandes organizações tem relação negativa com o número de intermediações de conhecimentos únicos na rede, em contraposição com a inserção em metrópoles que potencializam o número de tais intermediações na rede. Cabe destacar que a não redundância de conhecimentos em uma região é um fator importante na superação de barreiras tecnológicas locais. Sendo assim, no Brasil os inventores capazes de promover tal superação tendem a se inserir em regiões e instituições com grande possibilidade de acesso a outros inventores e conhecimentos diversos.

A Tabela 4 permite, então, inferir a consistência de algumas características individuais dos agentes brasileiros nas quatro medidas de *gatekeepers* utilizadas como a relação positiva dos *gatekeepers* e possuir conhecimentos em alta tecnologia, grau educacional mais elevado e pertencer às instituições de ensino. Le Gallo e Plunket (2020) evidenciam que, por mais que os *gatekeepers* garantam a ocorrência de absorção de conhecimento externo e sua difusão local, estes não garantem a produção de patentes de maior qualidade. De acordo com Smith (2000), a complexidade das atividades que acumulam conhecimento pode ser evidenciada pela base de conhecimento, características tecnológicas e da mão-de-obra utilizada. Sendo assim, ao acumularem conhecimentos mais complexos e avançados, cientificamente e em alta tecnologia, os *gatekeepers* podem ser relevantes para o sistema brasileiro de invenção devido à dificuldade do país criar patentes de alta tecnologia. A presença de *gatekeepers* em instituições de ensino sustenta as evidências de que as regiões de São Paulo, Campinas e Rio de Janeiro concentram as universidades com maior número de depósitos de patentes no INPI. Marques e Freitas (2010) destacam a relevância das universidades na colaboração de produção inventiva identificada por meio de artigos e pesquisas de pós-graduação.

A relação negativa com a diversificação de conhecimentos tecnológicos e a relação positiva da inserção em instituição pública são encontradas em três das quatro medidas consideradas: *gatekeeper 1*, *gatekeeper 3* e *gatekeeper 4*. Por fim, as medidas de *gatekeepers* diferem em relação à presença destes inventores em metrópoles. Regiões metropolitanas tendem a possuir maior relação com o número de intermediações de ligações internas e externas destes inventores na rede. De outro modo, regiões não metropolitanas estariam mais associadas aos inventores com mais ligações externas do que internas à região, podendo sugerir um perfil distinto de *gatekeeper* em regiões com escassez de infraestrutura e colaborações locais.

Tabela 4. Características dos *gatekeepers* na rede de coinvenção brasileira (2000-2012)

| Variáveis | Gatekeeper 1 Binomial Neg. Híbrido | Gatekeeper 2 Probit Chamberlain (Efeitos Marginais) | Gatekeeper 3 Binomial Neg. Híbrido | Gatekeeper 4 Binomial Neg. Híbrido |
|--|--|---|--|--|
| <i>Conhecimento em alta tecnologia</i> | 2,70*** (0,31) | 0,01* (0,00) | 1,29*** (0,19) | 1,15*** (0,49) |
| <i>Diversificação tecnológica</i> | -11,73*** (0,28) | 1,46e ⁻³ * (0,00) | -5,25*** (0,12) | -11,09*** (0,36) |
| <i>Instituição de Ensino</i> | 1,30*** (0,21) | 0,01*** (0,00) | 0,36*** (0,13) | 2,51*** (0,29) |
| <i>Instituição Pública</i> | 1,73*** (0,31) | 4,87e ⁻³ (0,00) | 0,64*** (0,19) | 2,46*** (0,43) |
| <i>Indústria</i> | -0,16 0,29 | 3,67e ⁻³ (0,00) | -0,22 (0,18) | 1,26*** (0,38) |
| <i>Pós-graduação</i> | 1,13*** (0,25) | 0,07*** (0,00) | 0,49*** (0,13) | 1,43*** (0,35) |
| <i>Grande organização</i> | -0,81 0,53 | 0,01 (0,00) | 0,09 (0,31) | -1,69** (0,72) |
| <i>Metrópole</i> | 0,37* (0,19) | -0,01*** (0,00) | -0,08 (0,12) | 1,48*** (0,26) |
| <i>Efeito fixo de ano</i> | Sim | Sim | Sim | Sim |
| <i>LR test</i> | 616,90*** | - | 1.541,96*** | 404,93*** |
| <i>Wald</i> | 2.454,84 | 459,52 | 5.619,91 | 1.468,90 |
| <i>AIC</i> | 5.915,31 | 9.877,95 | 64.053 | 4.552,96 |
| <i>BIC</i> | 6.171,85 | 10.126,22 | 64.309,54 | 4.809,50 |
| <i>N. obs</i> | 20.243 | 20.243 | 20.243 | 20.243 |

1) *, **, *** denotam respectivamente os níveis de significância de 10%, 5% e 1%.

2) Os números entre parênteses representam os erros padrões robustos.

3) A variável dependente *gatekeeper 1* representa o total de intermediações de colaborações internas e externas do inventor; *gatekeeper 2* é uma *dummy* que assume valor 1 se o inventor possui mais ligações externas do que internas; *gatekeeper 3* mede a intensidade de ligações do inventor; e *gatekeeper 4* é dada pelo total de intermediações com ligações únicas e não redundantes.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) com base nos dados do INPI e da RAIS.

3.5 CONCLUSÕES

O artigo permitiu reunir e explorar distintas formas de mensurar *gatekeepers* encontradas na literatura. Medidas distintas aplicadas a objetivos distintos de pesquisa, como são encontradas na literatura, levam a resultados que impossibilitam a comparação entre elas. Sob tal ponto de vista, ao se investigar e comparar as diferentes medidas existentes em prol de um mesmo objetivo e aplicadas a uma mesma base de dados é possível inferir que cada uma das diferentes medidas deve ser utilizada para objetivos e grupo de inventores específicos. Logo, é necessário que haja cautela na interpretação dos resultados obtidos por cada uma das medidas existentes, como foi feito neste trabalho.

Ao se reunir em uma mesma pesquisa mais de uma medida de *gatekeeper* obteve-se um ganho na compreensão do perfil dos inventores brasileiros classificados como *gatekeepers* em cada uma das medidas e a dinâmica desses inventores no sistema de invenção do Brasil. O estudo permitiu identificar que os *gatekeepers* possuem, no geral, uma dinâmica de maior inserção em tipos de instituições destacadas como mais inventivas em cada região brasileira, independente da medida utilizada. As regiões com maior número de patentes no Brasil, como São Paulo, Rio de Janeiro e Campinas, são as maiores concentradoras de *gatekeepers* no país. Os resultados encontrados podem ser relevantes ao se investigar, por exemplo, tanto a identificação quanto o impacto da presença de *gatekeepers* no desempenho de organizações e regiões brasileiras. O que pode ser de interesse na criação de políticas públicas ou privadas ao permitir selecionar quem são os agentes que de fato podem ser relevantes para o sistema inventivo, intermediando conhecimentos internos e externos e potencializando a capacidade de criar invenções. Além disso, como as instituições de ensino apresentam relação positiva com todas as medidas aplicadas no estudo essa é uma evidência de que as universidades no Brasil são detentoras de *gatekeepers* e, por isso, são responsáveis por intermediar e intensificar conhecimentos intra e extrarregionais no sistema de invenção do país. Esse resultado poderia sugerir pesquisa adicional com base na questão de identificação e utilização de *gatekeepers* na rede de invenção regional, assim como as instituições de ensino como um meio de tornar o sistema de invenção regional menos desequilibrado entre as regiões brasileiras.

O estudo também apontou que *gatekeepers* são inventores com maior relação com domínio em conhecimento de alta tecnologia que podem ser considerados conhecimentos mais complexos e também inventores com um grau educacional mais elevado, com titulação em mestrado e doutorado. Além disso, inventores com ligações externas acima da média de outros inventores no Brasil possuem associação com regiões não metropolitanas, podendo evidenciar que *gatekeepers*, pela sua capacidade de captar conhecimentos externos, seriam responsáveis por interligar regiões e organizações, com menor acesso a conhecimento tecnológico local, a outras regiões mais desenvolvidas tecnologicamente.

Em termos gerais, os dados considerados nesta pesquisa compreendem apenas inventores brasileiros, correspondendo a 1/3 das patentes depositadas no INPI. Cerca de dois terços das patentes depositadas no INPI são de inventores estrangeiros, sugerindo uma limitação na interpretação dos resultados. Ademais, a pesquisa sugere que diferentes medidas sejam utilizadas em conjunto, permitindo identificar com exatidão quem são os *gatekeepers* e

quem são os agentes considerados como potenciais *gatekeepers* dentro da rede. De forma similar, os resultados do artigo permitem identificar quais características podem ser potencialmente úteis na tarefa de planejar ações para que grupo de inventores disseminem mais conhecimentos externos no interior de suas redes inventivas.

Como futura investigação destaca-se a importância de estudar se os *gatekeepers* são relevantes para o desempenho de regiões brasileiras, setores tecnológicos específicos ou organizações. Uma abordagem possível é uma investigação de modelo hierárquico que considera a coexistência da influência de características estruturais de rede – como a posição dos agentes na rede, suas características individuais e das regiões em que se inserem para o sucesso no desempenho tecnológico. Além disso, outra pesquisa que pode ser desenvolvida é a investigação sobre os fluxos de conhecimentos diretos e indiretos transferidos pelos *gatekeepers*. De outro modo, se uma região tem potenciais *gatekeepers* que acessam o conhecimento diretamente, cabe investigar qual a importância dos *gatekeepers* e os fluxos indiretos captados por eles.

3.6 REFERÊNCIAS

- ALLEN, T. J. **Managing the Flow of Technology**. MIT Press: Cambridge, MA, 1977.
- ALLEN, T. J.; COHEN, S. I. Information flow in research and development laboratories, **Administrative Science Quarterly**, n. 14, p. 12–19, 1969.
- ARAÚJO, B. C.; CAVALCANTE L. R.; ALVES P. Variáveis proxy para os gastos empresariais em inovação com base no pessoal ocupado técnico-científico disponível na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, v. 5, p 16-21, 2009.
- ARAÚJO, I. F.; GONÇALVES E.; TAVEIRA J. G. The Role of Patent Co-inventorship Networks in Regional Inventive Performance. **International Regional Science Review**, 2018.
- BRESCHI, S.; LENZI, C. The Role of External Linkages and Gatekeepers for the Renewal and Expansion of US Cities' Knowledge Base, 1990 – 2004, **Regional Studies**, v.49, n.5, p. 782-797, 2015.
- BUTTS, C. T. sna: Tools for Social Network Analysis. R package version 1.5, 2007.
- BUTTS, C. T.; HANDCOCK, M. S.; HUNTER, D. R. Network: classes for relational data. R package version 1.7-1, 2012.
- CHAMBERLAIN, G. Analysis of Covariance with Qualitative Data. **Review of Economic Studies**. V. 47, p. 225–238, 1980.

EUROSTAT. **Eurostat indicators of high-tech industry and knowledge-intensive services**. 2014.

EVERETT, M. G.; BORGATTI S. P. Categorical attribute based centrality: E–I and G–F centrality. **Social Networks**, v.34, n.4, p. 562-569, 2012.

FLEMING, L., KING, C.; JUDA, A. I. Small worlds and regional innovation. **Organization Science**, v. 18, p. 938–954, 2007.

FLEMING, L.; MARX M. Managing Creativity in Small Worlds. **California Management Review**. V. 48, p. 6–27, 2006.

GIULIANI, E.; BELL, M. 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.

GONÇALVES, E.; ALMEIDA, E. S. Innovation and Spatial Knowledge Spillovers: Evidence from Brazilian Patent Data. **Regional Studies**, v. 43, p. 513–528, 2009.

GONÇALVES, E.; DE OLIVEIRA, P. M.; ALMEIDA, E. Spatial determinants of inventive capacity in Brazil: the role of inventor networks. **Spatial Economic Analysis**, p. 1-22, 2019.

GOULD, R. V.; FERNANDEZ, R. M. Structures of mediation: a formal approach to brokerage in transaction networks. **Sociological Methodology**, v. 19, p. 89-126, 1989.

GRAF, H. Gatekeepers in regional networks of innovators. **Jena Economic Research Papers**, n. 54, 2007.

GRAF H., KRUGER, J. J. The performance of gatekeepers in innovator networks. **Jena economic research papers**, n. 58, 2009.

GREEN, B. F.; TUKEY, J. W. Complex analyses of variance: General problems. **Psychometrika**. N. 25, p. 127-152, 1960.

GRILLITSCH, M.; NILSSON, M. Innovation in peripheral regions: do collaborations compensate for a lack of local knowledge spillovers. **The Annals of Regional Science**, v. 54 n.1, p. 299-321, 2015.

INOVA. **Relatório de Atividades 2018**. Disponível em: <https://www.inova.unicamp.br/wp-content/uploads/2019/04/RELATÓRIO-DE-ATIVIDADES-2018.pdf>. Acesso em: 23 de dez. 2020.

KIM, C.; PARK J. The global research-and-development network and its effect on innovation. **Journal of International Marketing**, v.18 n.4, p. 43-57, 2010.

LEGALLO, J.; PLUNKET, A. Technological gatekeepers, regional inventor networks and inventive performance. **HAL**, 2016.

LISSONI, F. Academic inventors as brokers. **Research Policy**, v. 39, n. 7, p. 843–857, 2010.

LOBO, J.; STRUMSKY, D. Metropolitan patenting, inventor agglomeration and social networks: A tale of two effects. **Journal of Urban Economics**, v. 63, p. 871–884, 2008.

MARQUES, R. A.; FREITAS, I. M. B. Colaboração com universidade e as atividades para inovação de empresas brasileiras. **Engevista**, v.9 n.2, 2010.

MORRISON, A. Gatekeepers of Knowledge within Industrial Districts: Who They Are, How They Interact. **Regional Studies**. V. 42, p. 817–35, 2008.

MUNARI, F.; MAURIZIO S.; MALIPIERO A. Absorptive Capacity and Localized Spillovers: Focal Firms as Technological Gatekeepers in Industrial Districts. **Industrial and Corporate Change**. V. 21 p. 429–62, 2012.

MUNDLAK, Y. On the pooling of time series and cross section data. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, v 46, n 1, p. 69-85, 1978.

OLIVEIRA, H. C. M. de. Em busca de uma proposição metodológica para os estudos das cidades médias: reflexões a partir de Uberlândia (MG), 2008.

PETRUZZELLI, A. M. Proximity and knowledge gatekeepers: the case of the Polytechnic University of Turin. **Journal of Knowledge Management**, v.12 n.5, p. 34-51, 2008.

SMITH, K. **What is the ‘knowledge economy’? Knowledge-intensive industries and distributed knowledge bases**. Sydney, Australia: AEGIS, University of Western Sydney, p. 15-17, 2000.

STRUMSKY, D.; THILL, J. C. Profiling US metropolitan regions by their social research networks and regional economic performance. **Journal of Regional Science**, v. 53, p. 813–833, 2013.

TUSHMAN, M. L. Special boundary roles in the innovation process. **Administrative science quarterly**, p. 587-605, 1977.

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

4 ARTIGO 3 – DETERMINANTES DO DESEMPENHO TECNOLÓGICO DE INVENTORES E *GATEKEEPERS* DA REDE DE COINVENÇÃO DO BRASIL

Resumo

Redes de coinvenção se destacam por incorporar um maior montante de conhecimento tecnológico por meio da interação entre agentes econômicos, sendo estas capazes de superar barreiras tecnológicas e o *lock-in* regional com o auxílio de *gatekeepers*, intermediadores de conhecimentos internos e externos da rede. Pouco ainda se sabe sobre os determinantes do desempenho tecnológico destes e dos demais inventores na rede de coinvenção. Posto isto, considerando a coexistência de efeitos individuais, relacionais e regionais e de proximidade o artigo investiga os determinantes do desempenho tecnológico de inventores e *gatekeepers* por meio de um modelo hierárquico. Os resultados apontam que o desempenho de inventores na rede é mais explicado por características individuais dos inventores como o seu tipo de conhecimento, ambiente de trabalho, salários e se este atua como *gatekeeper* na rede. Características regionais como a densidade de ligações locais e a escala de inventores também auxiliam no desempenho inventivo dos agentes locais. A proximidade relacional com *gatekeepers*, em períodos mais recentes, atua sobre o nível de desempenho inventivo de seus coinventores e a proximidade geográfica implica em externalidades de regiões vizinhas sobre o nível de desempenho dos inventores na rede.

Palavras-chaves: Rede de coinvenção; Copatenteamento; *Gatekeepers*; Modelo hierárquico; Desempenho tecnológico.

Abstract

Co-invention networks stand out for incorporating a greater amount of technological knowledge through the interaction between economic agents, which are able to overcome technological barriers and regional lock-in with presence of gatekeepers, intermediating internal and external knowledge. The determinants of gatekeepers' technological performance are unknown as well as the other co-inventors' determinants. Thus, considering the coexistence of individual, relational and regional and proximity effects, the article investigates the determinants of the technological performance of inventors and gatekeepers through a hierarchical model. The results show that the inventors' performance in the network is more explained by the individual characteristics of the inventors than the regional factors. The main drivers are as follows: their type of knowledge, work environment, wages and whether the latter acts as a gatekeeper in the network. Regional characteristics, such as the density of local connections and the scale of inventors, also assist in the inventive performance of local agents. The relational proximity to gatekeepers, in more recent periods, acts on the level of inventive performance of their co-inventors and the geographical proximity implies externalities of neighboring regions on the level of performance of the inventors on the network.

Key-words: *Co-invention network; Co-patents; Gatekeepers; Hierarchical model; Technological performance.*

4.1 INTRODUÇÃO

O processo de criar invenções tem como base a interação de novos e variados conhecimentos. Logo, quanto maior o fluxo de conhecimento acessado mais fácil é o processo de recombiná-los e potencialmente gerar inovações (SINGH; FLEMING, 2010). Redes de invenções são consideradas como um dos meios mais eficazes de difundir conhecimentos (FRENKEN *et al.*, 2009). Nesse sentido, acredita-se que o desempenho de um sistema regional de invenção esteja associado à presença de grupos de *gatekeepers* locais. Estes agentes são definidos como nós, organizações ou inventores individuais, que se conectam tanto a parceiros locais como a parceiros externos, realizando a intermediação de fluxo de conhecimento entre eles (ALLEN, 1970; GOULD; FERNANDES, 1989; GIULIANI; BELL, 2005; GRAF, 2011; LE GALLO; PLUNKET, 2020). Em geral, diferentes métricas associadas aos *gatekeepers* diferem ao se considerar a posição do agente na rede, a intensidade, o tipo e a frequência de suas ligações (GOULD; FERNANDEZ, 1989; GIULIANI; BELL, 2005; GRAF, 2011; BRESCHI; LENZI, 2015; PLUNKET, LEGALLO, 2020).

Redes com presença de *gatekeepers* são consideradas mais inovativas porque tais agentes atuam como pontos centrais ou “*hubs*” de conhecimento, potencializando a capacidade de atrair e recombinar conhecimentos e, conseqüentemente, gerar inovações (VERMEULEN; PYKA, 2018). Esses agentes seriam responsáveis por acessar conhecimentos de outros sistemas de invenção, promovendo trocas globais de conhecimentos e potencializando o desempenho tecnológico regional ao atuar como “fonte” de conhecimento para outros agentes locais (GIULIANI; BELL, 2005; GRAF, 2011). Por conseguinte, *gatekeepers* possibilitam que colaborações entre agentes econômicos superem a proximidade geográfica (GARCIA *et al.* 2014; TEIXEIRA, 2019), o que pode ter maior relevância em regiões menos desenvolvidas (SINGH, 2005). Além disso, o acesso a conhecimentos externos pode ser ainda mais relevante para regiões periféricas em conhecimento (MORRISON, 2008). Os incentivos a colaborar com outros agentes podem ser distintos entre as organizações (GRAF, 2011), sendo a presença de *gatekeepers* pertinente também para a qualidade das colaborações interorganizacionais. *Gatekeepers* são relevantes tanto para a diversificação como para a não redundância de conhecimento na rede, o que colabora para evitar *lock-in*²⁸ regional e superar barreiras tecnológicas (LE GALLO; PLUNKET, 2020).

²⁸ O *lock-in* é a situação de aprisionamento tecnológico produto da redundância de conhecimento com origem em interações excessivas e limitadas geograficamente que pode ser uma barreira tecnológica a novos conhecimentos externos (BATHELT *et al.*, 2004; MORRISON *et al.*, 2013).

A compreensão do sucesso tecnológico das colaborações no sistema de redes de invenção requer a análise dos aspectos relacionais existentes entre os membros da rede, suas características individuais, assim como o seu posicionamento na rede e os aspectos regionais de onde se inserem (ROTHWELL *et al.*, 1974; MAGGIONI; UBERTI, 2007). A capacidade dos *gatekeepers* em absorver conhecimentos pode ser associada ao seu aprendizado técnico (ALLEN, 1970). As relações interpessoais são formas de acessar e trocar diretamente conhecimentos (BRESCHI; LENZI, 2015; NILSSON; MATTES, 2015), sendo a proximidade relacional e ligações diretas entre inventores eficazes na troca de conhecimentos menos distorcidos. Evidências de citações de patentes na área da biotecnologia sugerem que os *gatekeepers* contribuem para o desempenho de seus parceiros diretos e socialmente próximos (LE GALLO; PLUNKET, 2020).

Diversas formas de proximidade auxiliam na existência de redes de invenção e podem atuar como substitutas ou complementares, sendo que, nem sempre medidas de proximidades geram efeitos positivos na geração de inovação, podendo algumas levar ao *lock-in* e redundância de conhecimentos na rede (BOSCHMA, 2005; CRESCENZI *et al.*, 2016). As economias de aglomeração tendem a facilitar interações e transbordamentos de conhecimentos (FELDMAN, 1994). A proximidade geográfica é considerada relevante para estabelecer as primeiras relações entre os inventores da rede, sendo que uma vez conectados, a proximidade geográfica pode perder sua relevância (AGRAWAL *et al.*, 2006). Outrora, dados europeus sugerem que as interações sociais tendem a *viés* geográfico inclusive compreendendo ligações entre *gatekeepers* de regiões vizinhas (VERMEULEN; PYKA, 2018). Logo, é necessário investigar o efeito da proximidade geográfica sob a perspectiva de redes de invenção (CRESCENZI *et al.*, 2016), compreendendo o desempenho da rede no tempo e no espaço (MORESCALCHI *et al.*, 2015), assim como os efeitos de externalidades.

Na literatura de redes de invenções existem lacunas a serem preenchidas. Pesquisas recentes sobre *gatekeepers* são, usualmente, direcionadas à compreensão da troca de conhecimento com foco em tecnologias específicas ou regiões muito delimitadas e, no geral, não abordam aspectos individuais dos agentes (FRITSCH *et al.*, 2019). No mais, existe falta de consenso entre pesquisadores na definição de uma medida universal que caracterize inventores como *gatekeepers* (GRAF, 2011). Também faltam estudos direcionados à compreensão dos efeitos da atuação dos *gatekeepers*, em termos de seu próprio desempenho inventivo e do *cluster*, e que investiguem as intermediações de ligações não redundantes (LE GALLO; PLUNKET, 2020). Neste contexto, existe um apelo para mais pesquisas que

forneçam *insights* sobre o impacto de *gatekeepers* tanto para o sistema regional de invenção quanto para o seu próprio desempenho como inventor (GRAF, 2011). E, além disso, aponta-se escassez de trabalhos que investiguem a relevância da proximidade relacional (TRANOS, 2012), assim como a espacialidade, desempenho e evolução da rede ao longo do tempo (MORESCALCHI *et al.*, 2015). Por fim, ainda é possível destacar a falta de pesquisas que considerem efeitos multi-escalares, envolvendo tanto o âmbito regional como o individual, além de potenciais transbordamentos, passíveis de ocorrer durante o processo de geração de invenções por meio de colaborações.

Este artigo contribui para a literatura em diferentes aspectos. Primeiro, considera-se a coexistência de efeitos multiníveis como os efeitos individuais, relacionais e geográficos, e seus resultados sobre o desempenho tecnológico de inventores da rede. Segundo, abordam-se os efeitos no desempenho inventivo de coinventores com origem na proximidade relacional e geográfica sobre a perspectiva de efeito vizinhança. No caso, da matriz de proximidade relacional, identificam-se quais agentes colaboram diretamente com *gatekeepers* na rede de coinvenção. Terceiro, busca-se usar diferentes métricas de *gatekeepers*, tendo em vista a falta de consenso sobre sua definição. Para atingir tais objetivos, o artigo emprega um modelo hierárquico de dois níveis, considerando o nível do inventor e o nível regional com inclusão de variáveis explicativas ponderadas por medidas de proximidade.

Especificamente, este artigo se propõe responder questões como: Quais características individuais de inventores estão relacionadas com o seu desempenho tecnológico? O posicionamento do inventor na rede como *gatekeeper* tem efeito sobre o seu desempenho? Contextos regionais em que os inventores se inserem medeiam os efeitos de nível individual? Possuir colaborações diretas com *gatekeepers* eleva o nível de desempenho tecnológico dos demais inventores na rede? E, por último, aspectos geográficos de regiões próximas afetam o desempenho do inventor na rede? Para tanto, a pesquisa integra duas principais bases de dados. A primeira é única e se refere aos dados de depósitos de patentes do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) compreendendo as informações tecnológicas de todos os inventores brasileiros com coautoria em patentes, limitada aos anos de 2000 a 2012. A segunda é a base de microdados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de onde são extraídas as informações que caracterizam os inventores em relação à região em que se insere, assim como seu ambiente de trabalho e remuneração salarial. Outras informações que caracterizam as regiões de origem dos inventores são extraídas da base de dados do Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Para a compreensão da evolução da rede no tempo e no espaço as amostras são subdivididas em três janelas de tempo compreendendo os períodos de 2000-2003, 2004-2007 e 2008-2012. Em razão da aplicação de um modelo multinível, as unidades de interesse do artigo compreendem os inventores da rede de coinvenção do Brasil, nível do inventor, e a abrangência geográfica, nível regional, considerada é a de regiões de influência das cidades (REGIC). Por conseguinte, os possíveis efeitos de proximidade relacional e geográfica são investigados pela inclusão de variáveis explicativas defasadas por matrizes de captam as ligações entre as unidades de observação de cada nível considerado. A matriz relacional busca captar os efeitos das colaborações diretas com *gatekeepers* no nível do inventor e a matriz de distância inversa capta os efeitos de transbordamento das externalidades do nível regional. Conseqüentemente, o modelo hierárquico permite investigar tanto a heterogeneidade quanto a dependência das proximidades dos dados por meio da distinção dos efeitos individuais, relacionais e regionais sobre o desempenho tecnológico dos inventores e *gatekeepers* da rede de coinvenção do Brasil.

Destarte, o artigo é composto por cinco seções, incluindo esta introdução. A segunda seção reúne uma revisão de literatura que sustentam as hipóteses a serem investigadas pela pesquisa. A terceira seção tem por objetivo definir o modelo hierárquico proposto e a base de dados utilizada. E, além disso, a seção busca definir as variáveis utilizadas, compreendendo as medidas de *gatekeepers* consideradas, as variáveis explicativas do nível do inventor e regional, assim como as matrizes relacionais e geográficas que compõem o modelo. A quarta seção apresenta os resultados obtidos e a última seção reúne as considerações finais do estudo.

4.2 EFEITOS INDIVIDUAIS, RELACIONAIS E GEOGRÁFICOS NO DESEMPENHO DE COINVENTORES NA REDE

As redes de copatenteamento ou coinvenção são criadas por meio da interação e da colaboração entre inventores durante o processo de criação de atividade inventiva. Desta forma, estas tendem a reunir um maior e mais diversificado montante de conhecimento, inclusive os tácitos. Além disso, ao atraírem mais e novos inventores as redes tendem a ser mais inventivas do que se permanecessem com um número limitado de agentes (WEITZMAN, 1998; OLSSON, 2000; EJERMO; KARLSSON, 2006). No mais, cabe destacar que as competências e as diferenças entre os inventores na rede mudam ao longo do

tempo. Logo, a troca de conhecimento entre os mesmos é vista como um processo evolutivo e confere a cada inventor sua individualidade na rede (EJERMO; KARLSSON, 2006).

Inventores inseridos em sistemas de fluxos de conhecimento do tipo *local buzz*, *i.e.*, limitados a possuir ligações densas com outros agentes locais, tendem a ser especializados tecnologicamente exatamente por pertencer a uma rede de conhecimento mais restrito (ALLEN; COHEN, 1969; THUSMAN; SCANLAN, 1981). Inventores que atuam sobre fluxos de conhecimento do tipo *global pipeline* tendem a absorver e possuir conhecimentos diversificados e não redundantes podendo retê-los por escolha própria ou pela incapacidade de disseminá-los entre os demais inventores de sua região de origem (GIULIANI; BELL, 2005; GIULIANI, 2011; MORRISON *et al.*, 2013). Tanto a exclusividade de intensas colaborações locais quanto a de ligações externas à região impedem melhores desempenhos em inovar (BROEKEL *et al.*, 2015). De outro modo, o sucesso de geração de inovação é facilitado quando há interação entre intensas colaborações locais e o acesso a conhecimento externo (BATHELT *et al.*, 2004).

Nessa ótica, os *gatekeepers* se destacam pela capacidade em decodificar conhecimentos de origem externa e torná-los passíveis de compreensão e absorção por outros inventores locais (COHEN; LEVINTHAL, 1990; BRESCHI; LENZI, 2015). No entanto, não há uma métrica universal de *gatekeepers* na literatura. Existem diferentes medidas que são utilizadas para identificar agentes que se comportam mais como *gatekeepers* do que outros (GRAF, 2011). Contudo, dentre as medidas existentes há o consenso de que o ato de intermediar conhecimentos tecnológicos, combinando conhecimentos distintos, proporciona um aumento das chances de gerar inovações (ARTS; VEUGELERS, 2015). Logo, os *gatekeepers* auxiliam na criação de inovações ao acessar conhecimentos externos e criar uma potencial capacidade de absorção de tais conhecimentos entre seus parceiros locais (ALLEN; COHEN, 1969; BRESCHI; LENZI, 2015; TER WAL *et al.*, 2017).

A capacidade em absorver conhecimentos, presente nos *gatekeepers*, é reconhecida como necessária para a compreensão de conhecimentos externos (GRAF, 2011). Tal capacidade pode estar relacionada com o alto grau de conhecimento dos *gatekeepers*, além do direcionamento destes em adquirir aprendizagens técnicas (ALLEN, 1970). Posto isto, *gatekeepers* podem facilitar a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de invenções na ausência atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) por parte das organizações (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Além do mais, as invenções geradas por *gatekeepers* podem ser

consideradas de maior qualidade e capazes de impactar a *performance* inventiva de onde se inserem (LE GALLO; PLUNKET, 2020).

Os *gatekeepers* se inserem em organizações distintas atuando como pontes interligando os principais agentes do processo de inovação como o setor produtivo, centros universitários e de pesquisa, sendo estas interações cruciais para efetivar a criação de inovações (PIRES, 2018). Nesse sentido, colaborações interorganizacionais tendem a obter maior resultado na qualidade das invenções por parte dos *gatekeepers*, responsáveis por tais intermediações (LE GALLO; PLUNKET, 2020). Aponta-se que as organizações tenham interesses e incentivos distintos em participar de colaborações (GRAF, 2011). Destarte, centros de pesquisa e universidades se destacam como organizações que mais intermedeiam colaborações interorganizacionais elevando sua capacidade de inovar (PIAZZA *et al.*, 2019).

No mais, os *gatekeepers* também são reconhecidos por serem mais criativos e influentes na rede do que outros inventores (BRESCHI; LENZI, 2015), e, no geral, tendem a exercer cargos de alta posição nas organizações onde se inserem (ALLEN, 1970). Fato que incita o questionamento se estes também seriam mais remunerados por atuarem como *gatekeepers* (GRAF, 2011). Por fim, evidências apontam que *gatekeepers* são mais produtivos, *i.e.*, criam mais invenções do que a maioria dos inventores na rede (LE GALLO; PLUNKET, 2020). Desta forma, é possível inferir as duas primeiras hipóteses a serem investigadas pela presente pesquisa.

H₁ – As características individuais dos inventores como o tipo de conhecimento tecnológico, ambiente de trabalho e salário têm efeitos sobre o seu nível de desempenho tecnológico.

H₂ – Atuar como gatekeeper na rede gera efeito positivo no nível de desempenho tecnológico do inventor.

Cabe destacar que, diferentes características regionais seriam responsáveis pela intensidade das colaborações inter-regionais e o posicionamento da região e seus agentes na rede (WANZENBOECK *et al.*, 2014). Nesse sentido, os *gatekeepers* seriam considerados mais relevantes, por exemplo, em ambientes cujo processo de aprendizagem e aquisição de conhecimento é mais difícil de ocorrer. Regiões com conhecimento tecnológico mais especializado ou limitado se beneficiariam mais de *gatekeepers* devido à dificuldade de outros inventores em acessar, compreender e absorver diretamente os conhecimentos externos (COHEN; LEVINHAL, 1990; BRESCHI; LENZI, 2015). Regiões diversificadas tecnologicamente e com maior densidade de *gatekeepers* teriam maior acesso às tecnologias

incidentalmente relacionadas (VERMEULEN; PYKA, 2018). Destarte, considera-se que regiões periféricas em conhecimento se beneficiam ainda mais da aquisição de conhecimentos extrarregionais por meio de *gatekeepers* (MORRISSON, 2008). Os efeitos em termos de desempenho tecnológico dos mesmos também dependem das características da região em que se inserem (ART; VEUGELERS, 2015). Contudo, a capacidade de absorção e desempenho tecnológico não é apenas função dos *gatekeepers*, mas sim da capacidade de reunir grupos de agentes com uma base de conhecimento relevante (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Nesse sentido, a espacialidade de inventores, assim como dos *gatekeepers*, teria razões estratégicas relacionadas à facilidade em acessar informações cruciais para sua atuação (DOTTI; SPINTHOVEN, 2017).

Desta forma, a quantidade de conhecimento acumulado em uma região depende tanto da capacidade interna desta em produzir inovação quanto da capacidade em absorver conhecimentos externos e ser capaz de disseminá-los no âmbito local (PACI *et al.*, 2014). Neste caso, os fluxos de conhecimentos que auxiliam na geração de inovações tendem a se concentrar em regiões com investimentos em P&D, disponibilidade de insumos e de mão de obra qualificada e com características geográficas e estruturais que facilitem o acesso a tais recursos e conhecimentos (AUDRETSCH; FELDMAN, 1996; BRESCHI; CATALINI, 2010). Contudo, o capital humano tem papel central para o desenvolvimento e absorção de conhecimentos e, conseqüentemente, na determinação dos níveis de inovação da região (PACI *et al.*, 2014). Assim, a existência de agentes qualificados é tão importante quanto os gastos em P&D para que uma região atraia colaborações inter-regionais (WANZENBOECK *et al.*, 2014). Cabe destacar que as invenções carregam características peculiares de suas regiões de origem e, conseqüentemente, a produção de invenções de alta qualidade também depende de tais características (ROMER, 1990; LE GALLO; PLUNKET, 2020).

No Brasil, de acordo com estatísticas de patentes, as atividades inventivas são concentradas nas regiões sul e sudeste do país (GONÇALVES, 2007; GONÇALVES; ALMEIDA, 2009). No sistema de redes de invenção estas regiões se destacam por possuir mais parcerias com inventores de outras regiões do Brasil ou de outros países durante o processo de patenteamento (REIS *et al.*, 2018). Somado a isto, metrópoles brasileiras também se destacam por aglomerarem universidades, órgãos de pesquisas, empresas nacionais e multinacionais, além de obter maiores interações e com isso maior fluxo de conhecimento na rede de invenção do país (DE ARAUJO *et al.* 2019). Tais evidências de elevada produtividade tecnológica e maior fluxo de conhecimentos por meio de colaborações podem

ser justificadas pelo elevado grau de desenvolvimento e infraestrutura local. Sendo assim, destaca-se a terceira hipótese a ser investigada por esta pesquisa.

H₃ – O contexto regional medeia o desempenho tecnológico de seus inventores na rede de invenção.

No mais, cabe destacar que o número de patentes com coinventores tem se elevado nas últimas décadas, evidenciando a importância das colaborações para a existência de maior produção de conhecimento e invenções (FLEMING *et al.*, 2007; FRENKEN *et al.*, 2009; HOEKMAN *et al.*, 2009). Este fato reforça a ideia de que o acesso e a troca de conhecimento estão na existência de relações interpessoais (BRESCHI; LENZI, 2009). Boschma (2005) aponta que os efeitos de proximidade podem ser substitutos ou complementares. Nessa acepção, as proximidades sociais e organizacionais evidenciam correlações positivas com atividades inventivas em oposição às proximidades cognitivas e geográficas (LI *et al.*, 2015). Portanto, geografia tem sua importância em alguns momentos do processo de criação de invenções, mas não é a única alternativa para acessar fluxos de conhecimentos. Neste sentido, é ainda mais importante estabelecer ligações com agentes de regiões mais distantes a fim de adquirir novos conhecimentos (TORRE, 2008). Sendo assim, outras perspectivas de proximidade podem auxiliar na redução de custos de formação de equipe de coinventores e coordenar eventuais problemas durante a criação da rede de invenção (CRESCENZI *et al.*, 2016). A constatação de que as ligações por meio de redes colaborativas podem suprir efeitos de distância geográfica pode ter maior relevância em regiões e países em desenvolvimento (SINGH, 2005). Todavia, os *gatekeepers* são capazes de estimular inovações em todas as regiões que se ligam na rede, sejam estas especializadas ou diversificadas tecnologicamente (VERMEULEN; PYKA, 2018).

Redes que acessam conhecimentos externos estão livres da analogia a outros tipos de proximidade que sugerem a ideia de *lock-in* tecnológico (CRESCENZI *et al.*, 2016). De outro modo, as proximidades relacionais ou sociais teriam influência no sucesso de redes de inovação (TRANOS, 2012). Um maior montante de ligações em rede, diretas ou indiretas, tende a acumular maior diversidade de conhecimentos e impulsionar o avanço do conhecimento tecnológico (GRAF; KRUGER, 2011). Contudo, ligações diretas são reconhecidas pela existência da confiança mútua entre os inventores e facilidade de haver maior troca de conhecimento entre eles. Somado a isto, a proximidade por meio de interações sociais diretas é mais eficaz na aquisição de conhecimentos sendo estes menos distorcidos no meio do processo de troca de conhecimentos (LE GALLO; PLUNKET, 2020). Quanto maior

a distância social entre os inventores mais difícil é a absorção de conhecimentos mais complexos entre eles (SINGH, 2005).

Gatekeepers se destacam pela sua contribuição nas redes de inovação exatamente por possibilitar colaborações entre agentes e organizações, mesmo as mais distantes geograficamente (BEISE, STAHL, 1999; GARCIA *et al.*, 2014; TEIXEIRA, 2019). Posto isto, existem evidências de que *gatekeepers* afetam a qualidade das patentes de seus coinventores quando estes são multilocalizados e, até mesmo, o desempenho de equipes locais não compostas por eles (LE GALLO; PLUNKET, 2020). Por outra perspectiva, o desempenho de *gatekeepers* é maior quando estes se ligam aos inventores de regiões distintas, colaborando para que haja acesso a conhecimentos mais diversificados. Aponta-se que os *gatekeepers* impactam tanto o desempenho de seus parceiros diretos quanto de agentes socialmente próximos a ele (LE GALLO; PLUNKET, 2020). Tais evidências permitem a construção da quarta hipótese desta pesquisa.

H₄ – A proximidade relacional por meio de colaborações com gatekeepers eleva o nível de desempenho tecnológico dos inventores na rede.

Redes de coinventores também comportam efeitos da proximidade geográfica, neste caso, a colocalização e a proximidade entre os inventores podem agir como facilitadores de encontros face-a-face e da transferência de conhecimentos mais complexos entre eles (NONAKA; KONNO, 1998; TRANOS, 2012; MORESCALCHI *et al.*, 2015). Os efeitos positivos da proximidade geográfica podem facilitar relações iniciais na rede ou limitar-se às vantagens de proximidade hipergeográfica, *i.e.*, inventores que pertençam a uma mesma organização (CRESCENZI *et al.*, 2016). No geral, supõe-se que haja vantagens em pertencer a redes regionais como ser possível absorver transbordamentos de conhecimento local. Ao se estabelecer uma estrutura de rede e acesso a conhecimentos externos surgem vantagens cumulativas da facilidade em adquirir ligações com outros agentes e preservá-las por longos períodos (GIULIANI, 2011; TRANOS, 2012).

Contudo, atividades que compreendem interações sociais tendem a se aglomerar geograficamente em *prol* de absorver possíveis transbordamentos de conhecimento e outras facilidades provenientes das economias de aglomeração (FELDMAN, 1994). Apesar de haver recentes pesquisas direcionadas à compreensão das redes de inovação, há ausência de trabalhos que investiguem o desempenho da rede tanto no tempo quanto no espaço (MORESCALCHI *et al.*, 2015). Logo, como as redes se inserem em algum lugar no espaço a compreensão da espacialidade das mesmas é pertinente (TRANOS, 2012). Evidências

apontam que redes de *gatekeepers* também sofram de *viés* geográfico, dado que estes tendem a se ligar a outros *gatekeepers* de regiões adjacentes de segunda ordem (VERMEULEN; PYKA, 2018). Além disso, resultados evidenciam que redes de colaborações em atividades de P&D sofrem efeitos negativos da distância geográfica (EJERMO; KARLSSON, 2006; SCHERNGELL; LATA, 2013; MAREK; BLAZEK, 2016). Há indícios ainda de que a centralidade de regiões diminui se as regiões vizinhas possuem um elevado grau de capital humano (WANZENBOECK *et al.*, 2014). Posto isto, tais ideias originam a última hipótese desta pesquisa.

H₅ – A proximidade geográfica afeta o desempenho de inventores na rede sobre a forma de efeitos de transbordamentos dos vizinhos.

Sendo assim, a presente pesquisa tem o objetivo de compreender os determinantes do desempenho de inventores e *gatekeepers* na rede de coinvenção do Brasil considerando a possibilidade de coexistir efeitos individuais, relacionais e geográficos no resultado investigado. O artigo busca contribuir para a literatura de redes regionais de inovação ao se investigar hipóteses associadas aos diferentes níveis e seus potenciais efeitos sobre o desempenho de inventores na rede. Em síntese, a primeira hipótese sugere que o desempenho tecnológico de inventores é afetado por efeitos individuais provenientes das próprias características do inventor. A segunda acrescenta às tais características individuais a investigação dos efeitos do posicionamento do inventor na rede como *gatekeeper*. A terceira sugere que a infraestrutura regional influencia o desempenho de seus inventores. A quarta hipótese destaca possíveis efeitos relacionais de possuir colaborações diretas com *gatekeepers* sobre o desempenho dos inventores na rede. A última hipótese considera a existência de eventuais efeitos de transbordamentos provenientes da proximidade geográfica com outras regiões. Posto isso, modelos multiníveis são vistos como adequados por permitir investigar separadamente os efeitos de cada nível e simultaneamente acomodar possíveis efeitos provenientes de níveis hierárquicos mais elevados sobre níveis menores.

4.3 METODOLOGIA

Com o objetivo de investigar os determinantes do desempenho inventivo de inventores e *gatekeepers* na rede de coinvenção do Brasil, este artigo utiliza um modelo hierárquico explorando efeitos individuais, relacionais e geográficos sobre o resultado. Sendo assim, esta

seção busca definir o modelo proposto e descrever as bases de dados utilizadas para a construção das variáveis e matrizes.

4.3.2 Modelo hierárquico (multinível)

Modelos econométricos multiníveis ou hierárquicos são utilizados na investigação de unidades aninhadas em níveis distintos. Em geral, estes consistem em analisar unidades pertencentes a um nível primário de interesse, como indivíduos, aninhados em unidades agregadas (contextuais) de nível superior, como regiões, firmas e/ ou instituições (ARCAYA; SUBRAMANIAN, 2014). O método de análise multinível é apropriado quando as observações são correlacionadas ou agrupadas em dimensões espaciais, geográficas, políticas e/ou temporais; e/ou quando os processos causais operam simultaneamente em mais de um nível; e/ou quando objetiva-se investigar a variabilidade e heterogeneidade na população ao invés de apenas se pautar em relações médias (ARCAYA; SUBRAMANIAN, 2014).

Na análise multinível, a variável dependente é especificada no primeiro nível enquanto o conjunto de variáveis independentes pode ser especificado em qualquer um dos níveis considerados. Dessa forma, as variações dos dados devem ser distintas em cada nível analisado (ALMEIDA, 2012). Na presente pesquisa o nível primário compreende a variável dependente, que mede o desempenho tecnológico de inventores brasileiros na rede de coinvenção do país, e as variáveis independentes que caracterizam tais inventores. Conseqüentemente, como tais inventores estão aninhados em suas regiões de origem, as regiões compreendem as unidades de observação do segundo nível do modelo hierárquico e são acompanhadas por variáveis explicativas que as caracterizam.

Modelos tradicionais possuem o pressuposto de que as observações e os resíduos são independentes. No entanto, em casos de estrutura de dados aninhados as unidades dentro de um mesmo nível tendem a ter seus resíduos correlacionados entre si. Logo, o modelo multinível, ao relaxar o pressuposto de independência, é estatisticamente mais eficiente e obtém erros padrão mais conservadores do que métodos que não consideram a natureza hierárquica dos dados (GOLDSTEIN, 2011). A principal diferença dos modelos convencionais para os modelos multiníveis é que em regressões multiníveis a parte do termo aleatório do modelo é expandida e não restrita a um termo único denominado como termo de erro ou resíduos (ARCAYA; SUBRAMANIAN, 2014). A forma estrutural simples de um

modelo em dois níveis, cujo primeiro nível é formado por inventores que se aninham em regiões (segundo nível), pode ser representada por:

Modelo Nível 1:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}x_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

Modelo Nível 2:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}z_j + \mu_{0j} \quad (2)$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}z_j + \mu_{1j} \quad (3)$$

em que Y_{ij} é a variável dependente que mede o desempenho inventivo do inventor na rede de coinvenção, i é a unidade (inventores) do primeiro nível ($i = 1, \dots, n$) e j a unidade (região) do segundo nível ($j = 1, \dots, m$); x_{ij} preditor do nível de inventores, z_j preditor do nível regional. Em um modelo multinível, o intercepto β_{0j} (associado a uma constante) e a inclinação β_{1j} se tornam variáveis aleatórias; $\varepsilon_{ij}, \mu_{0j}, \mu_{1j}$ são os efeitos aleatórios ou termos residuais (normalmente distribuídos) de cada equação; γ_{00} é a média da variável dependente no nível dos inventores após o controle para o preditor do nível de região, γ_{01} é o efeito do preditor do nível regional no intercepto do nível de inventores, γ_{10} é a média da inclinação do nível 1 após o controle para o preditor do segundo nível, e γ_{11} é o efeito do preditor de nível regional na inclinação do modelo de nível de inventores.

Sendo assim, é possível identificar que há um sistema de equações em diferentes níveis, onde é factível que cada unidade de análise do segundo nível tenha tanto um resultado médio quanto um efeito distinto do obtido pelo preditor do primeiro nível no resultado (SRHOLEC, 2010). Consequentemente, ao substituir as equações do modelo de nível 2 no modelo de primeiro nível, tem-se:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}z_j + \gamma_{10}x_{ij} + \gamma_{11}z_jx_{ij} + (\varepsilon_{ij} + \mu_{0j} + \mu_{1j}) \quad (4)$$

A variável dependente (Y_{ij}) agora é representada por uma parte fixa e outra aleatória. Dessa forma, modelos multiníveis também são considerados modelos de efeitos mistos.

Dada à existência de mais de um termo residual, os procedimentos econométricos tradicionais como mínimos quadrados ordinários (MQO) passam a ser não adequados. Procedimentos especializados se tornam mais apropriados como os que envolvem a máxima verossimilhança (SRHOLEC, 2010). Além disso, ao assumir que a distribuição é normal com

média 0, é possível estimar a variância no primeiro nível, σ_{e0}^2 , que pode ser interpretada como a variação entre inventores (unidade do primeiro nível) aninhados dentro de uma mesma região (unidade de nível 2). Enquanto a variância no segundo nível 2, $\sigma_{\mu0}^2$, pode ser interpretada como a variação entre regiões. Logo, a estrutura aleatória subjacente (variância-covariância) do modelo multinível é especificada como $Var[\mu_{0j}] \sim N(0, \sigma_{\mu0}^2)$; $Var[e_{0ij}] \sim N(0, \sigma_{e0}^2)$; $Cov[\mu_{0j}, e_{0ij}] = 0$. Conseqüentemente, a partição da variância possibilita calcular a correlação intraclasses (intraunidade) ou coeficiente de partição de variância (RICE *et al.*, 2002; STEPHEN; ANTHONY, 2002; GOLDSTEIN, 2011). Este pode ser representado como:

$$\tau = \frac{\sigma_{\mu0}^2}{\sigma_{\mu0}^2 + \sigma_{e0}^2} \quad (5)$$

O coeficiente de partição de variância permite investigar a importância de cada nível na variabilidade dos dados de interesse, medindo o grau de similaridade entre inventores escolhidos aleatoriamente dentro de uma região. Dessa forma, quando o valor obtido do coeficiente é próximo de 1, isso significa que a variabilidade do desempenho dos inventores é explicada pela diferença entre as unidades do nível regional; em contrapartida, se o coeficiente se aproxima de zero significa que as unidades do nível contextual (regional) são homogêneas e não explicam a variação do desempenho dos inventores, sendo a mesma explicada pelo nível individual. Essa investigação sobre a partição da variância não é possível em modelos de efeitos fixos (ARCAYA; SUBRAMANIAN, 2014).

As interações entre os níveis distintos de hierarquia podem produzir efeitos espaciais adicionais como a autocorrelação espacial que não é considerada pela abordagem multinível usual. Assim, a presença de tais efeitos pode levar a problemas de inferência associados à pressuposição de independência entre as observações. De outro modo, a suposição de independência proveniente de uma população estruturalmente agrupada, em geral, é incorreta. Isso pode ser explicado por haver um elemento comum a erros independentes que ocasionam erros correlacionados dentro de grupos. Além disso, é possível que os erros entre os grupos sejam correlacionados (CORRADO; FLINGLETON, 2011). Logo, a ideia de que haja dependência espacial das observações e dos contextos de proximidade impulsiona a aplicação de métodos multiníveis com a extensão de efeitos espaciais. Desse modo, ao se incluir a perspectiva de análise de econometria espacial é possível também investigar o efeito das

proximidades na modelagem. Por exemplo, é possível que as observações sejam influenciadas pelos vizinhos, de acordo com matrizes de pesos espaciais (LESAGE; PACE, 2004).

4.3.2.3 Modelo hierárquico com efeitos espaciais

O primeiro passo ao se incluir o uso de conceitos e a abordagem espacial na metodologia multinível é a construção da matriz de pesos (W). Em geral, estas matrizes são construídas levando em consideração as relações de contiguidade ou proximidade (geográfica, relacional, cultural, política, etc.) entre as unidades de análise ou até mesmo a combinação entre essas (CLIFF; ORD, 1973). Nessa acepção, modelos puramente geográficos ou até mesmo modelos com base em estrutura de rede são vistos como regressões de dependência espacial (JAROSI, 2017). Salienta-se que caso a matriz de peso (W) não seja construída por proximidade geográfica, mas por outros tipos de proximidade, o ideal é substituir o termo espacial por transversal. De outro modo, as relações entre regiões são relacionadas à dependência espacial e as relações de rede captadas pelas arestas que se ligam são relacionadas à dependência transversal (DEBARSY; LESAGE, 2018; JAROSI, 2017).

A fim de identificar a dependência transversal e espacial dos dados a presente pesquisa utiliza duas matrizes de proximidade, W_1 e W_2 , que captam, respectivamente, a conectividade entre as unidades do nível mais baixo e mais alto de hierarquia. Assim, W_1 é uma matriz relacional que representa a conectividade dos inventores na rede de coinvenção do Brasil que coinventam juntos. Logo, a matriz W_1 investiga as eventuais dependências transversais provenientes da proximidade relacional no nível do inventor. Outrora, como estes inventores estão aninhados em regiões, a matriz W_2 busca captar a dependência espacial entre as unidades de observação do nível 2 captada por meio da proximidade geográfica e a construção de uma matriz de distância inversa.

Destarte, para incluir a abordagem de econometria espacial no modelo multinível é necessário alterar a suposição de que os resíduos do modelo do nível 2, μ_{0j} e μ_{1j} , são espacialmente não estruturados (ARCAYA; SUBRAMANIAN, 2014). Para acomodar os efeitos de proximidade algumas alterações são necessárias como:

$$\varepsilon_{ij} = e_{ij} + \sum_{j \neq h} \mu_j W_{jh} \quad (6)$$

onde W a matriz de proximidade, que permite especificar como as observações próximas afetam μ_j .

A modelagem espacial pode ser incluída no modelo hierárquico ao admitir defasagens das variáveis explicativas como variáveis instrumentais que controlam eventuais problemas de endogeneidade da variável dependente (KELEJIAN; ROBINSON, 1992; KELEJIAN *et al.*, 2004; MORENOFF, 2003; ALMEIDA, 2012). Outrora, pode assumir que todo o efeito de defasagem exista em externalidades das próprias variáveis explicativas observadas. Conseqüentemente, as variáveis explicativas defasadas podem ser consideradas como não endógenas sendo possível estimá-las por meio de um modelo hierárquico clássico (MORENOFF, 2003).

Cabe destacar que as defasagens espaciais de variáveis explicativas apenas controlam transbordamentos locais e de variáveis observadas (MORENOFF, 2003). Contudo, modelagens hierárquicas têm a vantagem de analisar conjuntamente variáveis individuais e contextuais e quando combinadas com modelagem espacial permitem investigar problemas de correlação espacial e obter melhores estimativas dos resultados. Logo, o modelo hierárquico com efeitos espaciais nas variáveis explicativas pode ser representado pela seguinte forma estrutural generalizada:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + \rho WX_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (7)$$

Como o objetivo de investigar o desempenho inventivo de inventores e *gatekeepers* na rede de coinvenção do Brasil, levando em consideração tanto as características individuais, relacionais e regionais, a abordagem hierárquica com efeitos de proximidade é apropriada na presente pesquisa. Logo, busca-se captar os efeitos verticais (hierárquico) e horizontais (dependência espacial e transversal) dos dados adaptando o modelo hierárquico à pesquisa por meio da seguinte representação geral:

Modelo nível 1

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + \rho_1 W_{1ij}X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (8)$$

Modelo nível 2

$$\beta_{0j} = \gamma_0 + \gamma_1 Z_j + \rho_2 W_{2j}Z_j + \mu_{0j} \quad (9)$$

sendo Y_{ij} a variável dependente que mede o desempenho inventivo do inventor na rede de coinvenção, i e j indicam as unidades de observação de nível mais alto (inventores) e mais baixo (regiões); X_{ij} é o vetor que representa o conjunto de variáveis explicativas do primeiro

nível e compreende as características dos inventores; Z_j é o vetor de variáveis explicativas do segundo nível, neste caso, compreendem as características regionais; β e γ são os coeficientes a serem estimados; W_1 e W_2 são as matrizes de proximidade relacional e geográfica, respectivamente, que definem a conectividade das unidades de cada nível do modelo e são utilizadas para defasar as variáveis explicativas de cada nível; e ρ_1 e ρ_2 são os parâmetro que medem, respectivamente, as dependências transversais e espaciais, respectivamente. Sendo assim, significância de ρ_1 representa a presença de externalidades de proximidade relacional sobre o desempenho tecnológico dos inventores na rede de coinvenção; e a significância de ρ_2 de externalidades provenientes de transbordamentos geográficos.

4.3.2 Base de dados e variáveis

A fim de investigar os determinantes do desempenho de inventores na rede de coinvenção do Brasil serão utilizados dados de copatenteamento das invenções depositadas entre os anos de 2000 a 2012 no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI). Como o propósito da pesquisa é investigar tais determinantes considerando os possíveis efeitos individuais, relacionais e regionais, as unidades de investigação são coinventores brasileiros e a abrangência geográfica compreende as regiões de influência das cidades (REGIC) brasileiras. Além disso, com o objetivo de testar as hipóteses e ao mesmo tempo compreender a temporalidade dos efeitos considerados, os dados são construídos em três subperíodos de *cross-section* referentes aos anos 2000-2003, 2004-2007 e 2008-2012.

Posto isso, o primeiro passo desta pesquisa foi identificar os pedidos de patentes com informação de coautoria da mesma e identificar seus coinventores. Em seguida, os inventores identificados na base do INPI foram associados aos microdados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), por meio de dados do cadastro de pessoas físicas (CPF). Assim, foi possível obter suas regiões de origem, assim como suas características individuais como salário médio e ambiente de trabalho. Os códigos de municípios desses inventores foram classificados na divisão imediata²⁹ de REGIC, como proposto pelo IBGE. Sendo assim, foi possível identificar inventores que colaboram com inventores locais, inventores externos, e os que se comportam como possíveis *gatekeepers*. Ao se considerar que durante a parceria na criação da patente há troca de conhecimento entre os seus coinventores, assume-se que estes possuem capacidade de absorção de conhecimentos na rede e que os *gatekeepers* possuem o

²⁹ A divisão de REGIC imediata compreendem 482 regiões imediatas de articulação urbana do Brasil (IBGE, 2008).

papel fundamental de intermediar tais conhecimentos. Por fim, os dados que caracterizam as unidades do segundo nível, regiões de origem do inventor, foram inicialmente captados por meio do código de município da região e, posteriormente, agregados em pelo código da REGIC.

4.3.2.1 Variáveis do nível 1 (nível do inventor)

A fim de atingir o objetivo proposto desta pesquisa e investigar os determinantes do desempenho tecnológico dos inventores na rede de coinvenção do Brasil são utilizados dados de depósitos de patentes do mesmo durante o período de análise. Dados de patentes são considerados *proxies* de inovação porque as invenções patenteadas são concedidas apenas em casos em que há grau de aplicabilidade e de novidade na invenção criada (GRILICHES, 1990). Portanto, quanto maior o número de depósito de patentes do inventor maior é o seu desempenho tecnológico e o seu potencial inventivo. Sendo assim, a variável dependente, *desempenho inventivo*, é dada pelo total de patentes desenvolvidas pelo inventor em cada período de análise considerado, sendo estas patentes criadas por meio de parcerias ou não.

Além disso, como as unidades de interesse da pesquisa compreendem os inventores inseridos na rede de coinvenção do Brasil, tanto a variável dependente quanto as variáveis independentes que os caracterizam compõem o primeiro nível do modelo hierárquico. As variáveis explicativas compreendem características sobre o tipo de conhecimento do inventor, ambiente de trabalho em que se insere, remuneração salarial dos mesmos e se estes se comportam como *gatekeepers* na rede de coinvenção.

A fim de caracterizar os inventores conforme o tipo de conhecimento tecnológico e identificar a relação de tais conhecimentos com os níveis de desempenho tecnológico destes na rede são consideradas as seguintes variáveis: *conhecimento em alta tecnologia* e *conhecimento tecnológico diversificado*.

A variável de *conhecimento em alta tecnologia* tem por objetivo identificar se possuir conhecimentos em alta tecnologia tem relação com um maior desempenho inventivo na rede. A base de conhecimento, assim como as características da tecnologia e da mão-de-obra evidenciam a complexidade de atividades intensivas em conhecimento (SMITH, 2000). Logo, um sinal positivo da variável pode ter relação com o domínio em conhecimentos em alta tecnologia ter relação direta com uma maior capacidade em gerar atividades inventivas por parte do inventor. A variável é representada por uma *dummy* construída com base na

classificação de IPC-4 dígitos de Schmoch. (2008). Tal classificação permite agrupar previamente as patentes do inventor em classes de alta tecnologia como: conhecimento computacional e de automação, biotecnologia, genética, *lasers*, semicondutores, telecomunicação e aviação. Sendo assim, a medida assume o valor 1 caso seja identificado que o inventor possui patentes em classes de alta tecnologia durante cada período de análise considerado e 0, caso contrário.

A variável de *conhecimento tecnológico diversificado* também é construída por meio da classificação de IPC-4 dígitos de Schmoch (2008) e agrupa previamente as patentes do inventor em um total de 32 classes tecnológicas. Sendo assim, a variável é dada pela média do total de classes tecnológicas distintas que o inventor possui conhecimento durante cada período de análise considerado. Logo, quanto maior esse valor, maior é a diversificação de conhecimento do inventor. A medida tem por objetivo identificar se a diversificação tecnológica tem relação com um maior desempenho tecnológico do inventor, caso o sinal desta variável seja positivo. A fronteira do conhecimento exige cada vez mais que atividades inventivas sejam criadas pela interação de conhecimentos em diversos campos científicos (MORCEIRO *et al.* 2011). Um sinal negativo pode ser interpretado como um indício de que não seja a diversificação, mas sim a especialização tecnológica que resulta em melhor desempenho tecnológico por parte dos inventores na rede.

Considera-se que o local onde o inventor se insere possa ter relação com o seu desempenho tecnológico na rede de coinvenção, tendo em vista que organizações diferentes têm incentivos distintos quanto à geração de inovação e à colaboração (GRAF, 2011). Dessa maneira, são construídas variáveis *dummies* que identificam em que tipo de organizações os inventores se inserem, *Instituição de Ensino*, *Indústria e Instituição Pública*, a partir dos microdados da RAIS.

A variável de pertencimento à *Instituição de Ensino* permite identificar se no período considerado o inventor está inserido em instituições públicas ou privadas voltadas à educação. Sendo assim, a variável *dummy Instituição de Ensino* assume o valor 1, caso o inventor esteja inserido neste tipo de instituição durante cada período analisado e 0, caso contrário. As universidades se destacam como as organizações que mais intermedeiam colaborações interorganizacionais, elevando suas capacidades de inovar (PIAZZA *et al.*, 2019).

A variável *dummy* de pertencimento à *Indústria* identifica se os inventores considerados no período de análise estão inseridos nas indústrias. Logo, a *dummy Indústria* assume valor 1, caso o inventor trabalhe em indústrias durante o período de análise

considerado e 0, caso o contrário. O total de copatenteamento de invenções tem se elevado ao longo dos anos e existem evidências de que empresas privadas junto a seus laboratórios de pesquisas detêm a maioria dos pedidos de patentes, seguidos pelas universidades e centros de pesquisas públicos (CRESCENZI *et. Al*, 2015). Organizações de pesquisas públicas têm participado mais de colaborações com indústrias tanto em pesquisas como em *startups* como forma de empreender com invenções (GRAF, 2011).

A variável *dummy* de pertencimento à *Instituição Pública* mede se no período investigado o inventor pertence a alguma instituição classificada como de administração pública, exceto atividades econômicas de ensino e saúde. Consequentemente, a variável assume valor 1, caso os inventores estejam inseridos em instituições de administração pública durante o período analisado e 0, caso contrário. As instituições públicas tendem a se comportar mais como *gatekeepers* intermediando conhecimentos internos e externos do que as instituições privadas (GRAF, 2011). Portanto, cabe a investigação se tais instituições também colaboram para maior desempenho por parte de seus inventores na rede de coinvenção do Brasil.

A variável de *salário* tem por finalidade identificar se existem incentivos pecuniários associados a um maior desempenho por parte do inventor, principalmente os *gatekeepers*, ao criar atividades inventivas na rede de coinvenção do Brasil. Como os *gatekeepers* tendem a exercer cargos de alta posição, estes também poderiam ser mais bem remunerados (ALLEN, 1970; GRAF, 2011). São utilizados dados da RAIS para a construção da variável, sendo a mesma dada pela média em cada período de análise dos salários recebidos no mês de dezembro em relação ao salário mínimo do ano vigente.

Em seguida, como a pesquisa também se pauta na investigação do desempenho dos inventores classificados como *gatekeepers* na rede brasileira de invenção, estes foram identificados por meio de diferentes métricas. Na literatura, existem diversas formas de identificar *gatekeepers*, sendo estas diferentes quanto à consideração do posicionamento e intensidade das relações dos inventores (GRAF, 2011). Contudo, as medidas existentes possuem o consenso de que os *gatekeepers* são inventores que possuem tanto ligações internas quanto externas na rede (GOULD; FERNANDEZ, 1989; GIULIANI; BELL, 2005; GRAF, 2011; GRAF; KRUGER, 2011; KIM; PARK, 2010; EVERETT; BORGATTI, 2012; LE GALLO, PLUNKET, 2020; DE ARAUJO *et al.*, 2019). Nesse sentido, três medidas se destacam quanto à frequência de aplicabilidade na literatura, assim como pela definição e identificação mais refinada de *gatekeepers* com base em teorias e fórmulas preexistentes.

Essas três medidas compreendem os trabalhos de Gould e Fernandez (1989), Giuliani e Bell (2005) e Le Gallo e Plunket (2020).

Posto isso, estas três medidas foram selecionadas e utilizadas na construção de três variáveis *dummies* de identificação de *gatekeepers* na rede: *gatekeeper 1*, *gatekeeper 2* e *gatekeeper 3*. A aplicação destas medidas visa captar se os inventores classificados como *gatekeepers* obtêm maior nível de desempenho tecnológico na rede. No entanto, como as três medidas são alternativas, a fim de evitar problemas de multicolinearidade e obter maior robustez nos resultados, estas serão aplicadas em regressões distintas.

A *dummy gatekeeper 1* tem como base o trabalho pioneiro de Gould e Fernandez (1989)³⁰ cujo *gatekeeper* é um intermediário de conhecimentos. Nesse sentido, a variável *gatekeeper 1* considera como *gatekeepers* os inventores que captam conhecimentos externos, por colaborações com inventores de outras localidades, e intermedeiam estes com demais parceiros de sua região. Dessa forma, a variável *gatekeeper 1* assume o valor 1 caso o inventor seja classificado como *gatekeeper* por meio da medida de Gould e Fernandez (1989) considerando cada período de análise e 0, caso contrário.

A *dummy gatekeeper 2* tem como base a medida de Giuliani e Bell (2005) e considera como *gatekeeper* inventores que são fontes de conhecimentos externos na rede por inventores locais. As autoras propõem a construção de um índice de centralidade *out-degree* ($I/O < 1$), dado pelo total de ligações internas (I) dividido pelo total de ligações externas (O) do inventor. Deste modo, quando o valor do índice é menor do que 1, o inventor é considerado como *gatekeeper*. Consequentemente, a variável *gatekeeper 2* assume o valor 1 caso o inventor seja classificado como *gatekeeper* pelo índice de centralidade em cada período de análise e 0, caso contrário.

Já, a *dummy gatekeeper 3* segue a representação empírica da ideia contida em Le Gallo e Plunket (2020) cujos *gatekeepers* são inventores que intermedeiam ligações internas e externas, porém as ligações externas são únicas e não redundantes³¹. De outro modo, os *gatekeepers* são fontes de acesso a conhecimentos externos exclusivos. Sendo assim, a variável *gatekeeper 3* assume o valor 1 caso o inventor seja classificado como *gatekeeper* utilizando a referida métrica no período de análise considerado e 0, caso contrário.

³⁰ A medida de Gould e Fernandez (1989) é construída por meio da rotina *brokerage* desenvolvida para o *software R* por Butts (2007) e Butts *et al.* (2012).

³¹ Esta medida empírica é inédita na literatura e é sugerida como pesquisa futura em Le Gallo e Plunket (2020). A medida é construída por meio da rotina *find_gatekeepers*, desenvolvida para o *software R* por Anne Plunket e cedida para a presente pesquisa. A rotina utiliza como suporte os pacotes de Butts (2007) e Butts *et al.* (2012).

4.3.2.2 Variáveis explicativas das regiões (nível 2)

Como variáveis explicativas do nível regional (nível 2), serão utilizadas medidas que caracterizam as regiões quanto ao seu nível tecnológico, nível de urbanização e econômico, além da participação no sistema de invenção e de rede. Assim, as variáveis explicativas do nível de região são representadas pelas seguintes medidas: P&D privado, P&D universitário, *dummy* de metrópole, Produto Interno Bruto (PIB) per capita, escala de inventores e densidade de ligações locais. Cabe destacar que as mesmas foram, de acordo com a disponibilidade dos dados, defasadas temporalmente, objetivando o controle de eventuais problemas de endogeneidade (GONÇALVES; ALMEIDA, 2009; MIGUELÉZ; MORENO, 2013). Logo, para os períodos de análise de 2000-2003 e 2004-2007 consideram-se as médias das variáveis medidas em 2000-2003; e para o período de 2008-2012 consideram-se as médias das variáveis medidas em 2003-2007.

Acredita-se que haja relação positiva entre os gastos em P&D e a geração de inovação (GRILICHES, 1979; PAKES, GRILICHES, 1984). Nessa perspectiva, as medidas de P&D privado e universitário são amplamente utilizadas na literatura como insumos do conhecimento. No geral, existem evidências de que os gastos em P&D explicam os níveis de patenteamento de firmas e regiões (JAFFE *et al.*, 1989; FELDMAN, 1994; VARGA, 1998; ACS *et al.*, 2002). Contudo, estudos recentes sobre redes de invenção apontam que outros fatores como as características e qualidades do capital humano de uma região sejam mais relevantes para atrair colaborações e gerar inovações do que o P&D (PACI *et al.*, 2014, WANZENBOECK *et al.*, 2014).

Nesse sentido, a variável de *P&D privado* tem como objetivo captar a influência dos níveis de P&D das regiões sobre o desempenho de inventores pertencentes à rede de coinvenção do Brasil. Para construção da medida são utilizados dados dos trabalhadores associados às atividades de P&D, denominados como Pessoal Ocupado Técnico Científico (POTEC). Os dados dos trabalhadores são obtidos da base de dados da RAIS. As ocupações técnico-científicas são classificadas de acordo com a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), considerando os trabalhadores das áreas da biotecnologia, engenharia, pesquisa, matemática e estatística, análise de sistemas computacionais, física, química, arquitetura, espaço e atmosfera, seguindo Araújo, Cavalcante e Alves (2009). Dada a dificuldade em obter dados de gastos em P&D no Brasil, dados da POTEC são utilizados como *proxy* da mesma (ARAÚJO *et al.* 2009; CAVALCANTE; UDERMAN, 2012). A medida de *P&D privado* é dada pela razão entre a média do total de trabalhadores classificados como POTEC dividido

pela média do total de trabalhadores empregados da região, sendo a razão dada por 100.000 empregados.

A variável *P&D universitário* é uma *proxy* da capacidade de P&D das universidades e tem como base o número de doutores informados pela base de dados da CAPES. Neste caso, assim como em Gonçalves e Almeida (2009), são considerados os doutores que exercem atividades (como visitantes ou permanentes) em cursos de pós-graduação (*stricto sensu*) de áreas consideradas como inovativas – engenharia, ciências exatas e da terra, agrária, biológicas e da saúde. Logo, o *P&D universitário* é dado pela razão entre a média do total de professores com titulação de doutores e a média da população da região no período considerado, sendo a medida dada por 100.000 habitantes.

A variável de PIB *per capita* tem como objetivo verificar se as regiões mais ricas e desenvolvidas economicamente tendem a gerar efeitos positivos no desempenho inventivo de seus inventores na rede de coinvenção. Regiões mais avançadas economicamente possuem evidências de altas taxas inventivas (Ó HUALLACHÁIN; KANE; KENYON, 2015). Nesse sentido, também é esperado uma relação positiva com o desempenho inventivo no nível do inventor. Sendo assim a medida de PIB *per capita* é dada pela média do PIB da região dividida pela média da população da mesma.

Diversos estudos apontam que regiões metropolitanas tendem a possuir um maior fluxo de conhecimento e produção inventiva (JAFFE *et al.*, 1993; ACS *et al.*, 2002). Além disso, existem evidências de que regiões metropolitanas tendem a gerar mais patentes assim como atrair mais inventores se comparadas a regiões não metropolitanas (BETTENCOURT *et al.*, 2007). Nesse caso, a inserção da variável *metrópole* no modelo busca analisar a influência das economias de urbanização e o fato destas regiões concentrarem maior número de patentes sobre o desempenho inventivo dos inventores na rede (CARLINO *et al.*, 2007). No Brasil, existe um total de 26 regiões metropolitanas considerando a abrangência geográfica de REGIC. Logo, a variável *dummy metrópole* é uma variável *dummy* que assume o valor 1 caso a região seja considerada como uma região metropolitana e valor 0, caso contrário.

A variável *escala de inventores* tem por objetivo analisar se regiões que concentram muitos inventores tendem a impactar no desempenho tecnológico destes. Existem evidências de que a concentração de inventores eleva não apenas a produtividade média do inventor, mas o número de inventores ao atrair ainda mais inventores (BETTENCOURT *et al.*, 2007). Logo, inventores quando colocalizados facilitam o processo de troca de conhecimento entre eles e de colaboração. O processo inventar e de criar inovação compreende a interação e recombinação

de conhecimentos existentes com origem em diferentes indivíduos (BETTENCOURT *et al.*, 2007). Sendo assim, a *escala de inventores* é construída utilizando-se de dados de patentes presentes na base do INPI e sua fórmula é dada pela média do total de inventores de cada região dividido pela média do total de inventores do país no período de análise considerado.

A medida de *densidade de ligações locais* da região tem como princípio que redes densas podem ser consideradas como altamente conectadas e produtivas, mas também podem ser propensas ao *lock-in* de conhecimento tecnológico devido à redundância de suas conexões (FLEMING *et al.*, 2007, LOBO; STRUMSKY, 2008, STRUMSKY; THILL, 2013; GONÇALVES *et al.*, 2019). De outro modo, em termos de redes de invenção e interação com inventores de outras localidades, acredita-se que inventores locais quando aglomerados e intensamente conectados prejudiquem o desempenho inventivo da rede (LOBO; STRUMSKY, 2008; BETTENCOURT *et al.*, 2007). Nesse sentido, a utilização dessa variável tem por objetivo investigar a relação entre a densidade de ligações internas de uma região e o desempenho tecnológico dos inventores ali localizados. Seria o desempenho destes inventores maior em regiões altamente conectadas internamente, como forma a suprir um possível *lock-in* tecnológico da região ou não? Sendo assim, variável *Densidade de Ligações Locais* é dada pelo total de ligações (colaborações) entre inventores da região dividido pelo número de ligações possíveis da região. Desta maneira a medida pode ser representada como:

$$D_j = \frac{L_j}{\frac{N_j(N_j - 1)}{2}}$$

em que D_j é medida de densidade de ligações locais, L_j é o total de ligações entre inventores da região j e N_j o total de inventores existentes na região j .

4.3.2.3 Matrizes de ponderação espaciais

Ao se analisar a rede de invenção do Brasil e o desempenho tecnológico dos coinventores e *gatekeepers* brasileiros, a presente pesquisa envolve tanto os fatores geográficos relacionados às atividades inventivas quanto à estrutura de ligações dos inventores na rede. Destarte, destaca-se a importância de se investigar possíveis efeitos de dependência espacial e transversal dos dados provenientes da proximidade das observações. Ao se utilizar um modelo com dois níveis de hierarquia é possível incluir diferentes matrizes de proximidade que capturem a conectividade entre as unidades de observação de cada nível.

Sendo assim, são construídas³² duas matrizes, uma matriz relacional e outra geográfica. A matriz relacional capta a dependência transversal dos dados conectando as unidades do nível do inventor e a matriz geográfica capta a dependência espacial dos dados por meio da distância inversa que inter-relaciona as unidades de segundo nível do modelo.

A matriz relacional (W_1) tem por finalidade captar o grau de conectividade entre as unidades de observação do nível 1 do modelo hierárquico que consiste em inventores da rede de coinvenção do Brasil. Conseqüentemente, a matriz busca captar a influência da proximidade relacional entre os inventores, sob uma estrutura de rede de copatenteamento, sobre o desempenho tecnológico dos mesmos e de seus parceiros. A matriz relacional W é uma matriz binária com dimensões $I \times I$, sendo I o número de inventores de coinventam no período analisado. Conseqüentemente, como serão analisadas três janelas de tempo, as dimensões das matrizes variam conforme o corte temporal analisado, assim como o número de observações de inventores daquele período. Sendo assim, as células da matriz W_1 assumem valor 1, caso os inventores possuam coautoria em patentes durante o período considerado e 0, caso contrário, sendo a diagonal da matriz igual à zero. De outra forma, a matriz capta a conectividade direta entre os inventores e seus respectivos coinventores durante o processo de copatenteamento.

Por outro lado, a matriz geográfica (W_2) conecta por meio da medida de distância inversa, ou proximidade geográfica, as unidades de interesse do segundo nível do modelo hierárquico. As unidades de observação do segundo nível compreendem as regiões cujos inventores e seus parceiros estão inseridos. Logo, a matriz W_2 objetiva investigar a relação entre a proximidade geográfica entre as regiões dos inventores e seus coinventores e o efeito das externalidades das regiões vizinhas no desempenho tecnológico dos mesmos. Conseqüentemente, assim como a matriz relacional W_1 , a matriz geográfica W_2 também possui dimensão $R \times R$ que varia conforme o período analisado, sendo R o total de REGIC que possui coinventores no período analisado.

Em suma, as matrizes de proximidade são utilizadas para testar a existência de autocorrelação espacial/transversal dos dados. Posto isto, as matrizes W_1 e W_2 são, respectivamente, utilizadas para o cômputo da estatística *I de Moran*³³ das variáveis

³² As matrizes relacionais utilizam os dados de copatenteamento da base do INPI e a matriz relacional códigos das regiões dos inventores por meio da base da RAIS, sendo ambas as matrizes construídas no *software R*.

³³ A estatística *I de Moran* tem como hipótese nula que não há dependência espacial/transversal dos dados e é computada pelo produto dos desvios em relação à média utilizando-se dos pesos das

explicativas do nível do inventor e do nível regional. E, por conseguinte, as matrizes também são utilizadas para defasar as variáveis explicativas de interesse para a investigação das hipóteses levantadas neste estudo.

4.3.3 Especificação dos modelos aplicados à pesquisa

Ao considerar as definições das variáveis e das matrizes de proximidade, assim como as propriedades do modelo hierárquico é possível especificar os modelos a serem estimados pela presente pesquisa. Dessa forma, ao considerar que os dados são estruturados em dois níveis de hierarquia e que a dependente é uma variável de contagem serão utilizados modelos multiníveis de efeitos mistos por meio de regressões de *Poisson*³⁴ com erros robustos. Ademais, a fim de investigar as hipóteses expostas pela pesquisa o modelo hierárquico é adaptado em três formas estruturais gerais, representadas como:

a) Modelo hierárquico simples:

$$\text{Nível 1} \quad y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (10)$$

$$\text{Nível 2} \quad \beta_{0j} = \gamma_0 + \gamma_1 Z_j + \mu_{0j} \quad (11)$$

sendo Y_{ij} a variável dependente de *desempenho inventivo* do inventor, medida pelo total de patentes depositadas pelo inventor, i e j representam as unidades de observação do nível de inventores e nível regional. X_{ij} é o vetor que representa o conjunto de variáveis explicativas do primeiro nível: *conhecimento em alta tecnologia*, *conhecimento tecnológico diversificado*, pertencimento à *Instituição de Ensino*, *Indústria e Instituição Pública*, *salário* e a *dummy gatekeeper* considerada. Z_j é o vetor de variáveis explicativas do nível 2 compreendo: *P&D privado*, *P&D universitário*, *dummy de metrópole*, *PIB per capita*, *escala de inventores* e *densidade de ligações locais*, sendo todas as variáveis defasadas temporalmente quando possível. Os coeficientes a serem estimados são representados por β e γ .

matrizes de proximidade (ANSELIN, 1996). Os resultados das estatísticas *I de Moran* foram calculados pelo *software* R e todas as variáveis explicativas se encontram no Apêndice (Tabela A1).

³⁴As análises utilizam o pacote econométrico *mepoisson* desenvolvido para o *software* STATA. Ademais, como teste de robustez todos os modelos foram estimados pelo modelo linear generalizado latente e misto (*gllamm*) e distribuição de *Poisson*. Os resultados se mostraram robustos e estes resultados e as demais estatísticas mencionadas na presente pesquisa estão em poder dos autores e podem ser consultados mediante pedido.

Logo, o modelo hierárquico simples, objetiva investigar as *Hipóteses 1, 2 e 3*. Estas supõem que o desempenho inventivo dos inventores é afetado, respectivamente, por efeitos individuais provenientes das características dos próprios inventores; pelos efeitos de posicionamento na rede como *gatekeeper*; e por efeitos de infraestrutura local provenientes das características das regiões.

b) Modelo hierárquico com defasagem das explicativas do nível 1 é representado como:

$$\text{Nível 1} \quad y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 X_{ij} + \rho W_1 X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (12)$$

$$\text{Nível 2} \quad \beta_0 = \gamma_0 + \gamma_1 Z_j + \mu_{0j} \quad (13)$$

em que Y_{ij} mede o *desempenho inventivo* do inventor i pertencente à região j . O vetor de variáveis X_{ij} representa as explicativas do primeiro nível: *conhecimento em alta tecnologia, conhecimento tecnológico diversificado, pertencimento à Instituição de Ensino, Indústria e Instituição Pública, salário e a dummy gatekeeper* considerada. W_1 representa a matriz de proximidade relacional e, conseqüentemente, ρ é o parâmetro que mede a dependência transversal dos dados. O vetor Z_j agrupa o vetor de variáveis explicativas do segundo nível: *P&D privado, P&D universitário, dummy de metrópole, PIB per capita, escala de inventores e densidade de ligações locais*, defasadas temporalmente quando possível. E, os parâmetros β e γ representam os coeficientes a serem estimados.

Como $W_1 X_{ij}$ constitui o vetor de variáveis explicativas X_{ij} defasadas pela matriz de proximidade relacional, o modelo hierárquico com defasagem das variáveis explicativas do nível 1 permite investigar a *Hipótese 4*. Esta hipótese sugere que existam efeitos relacionais sobre o desempenho inventivos dos inventores provenientes de colaborações diretas com *gatekeepers*.

c) Modelo hierárquico com defasagem das explicativas do nível 2:

$$\text{Nível 1} \quad y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (14)$$

$$\text{Nível 2} \quad \beta_0 = \gamma_0 + \gamma_1 Z_j + \rho W_2 Z_j + \mu_{0j} \quad (15)$$

onde Y_{ij} é a variável dependente de *desempenho inventivo* do inventor i inserido na região j . X_{ij} é o vetor de variáveis explicativas do nível de inventor composto por *conhecimento em alta tecnologia, conhecimento tecnológico diversificado, pertencimento à Instituição de Ensino, Indústria e Instituição Pública, salário e a dummy gatekeeper* considerada. O vetor Z_j

representa o vetor de variáveis do segundo nível como o *P&D privado*, *P&D universitário*, *dummy de metrópole*, *PIB per capita*, *escala de inventores* e *densidade de ligações locais*, que são defasadas no tempo quando possível. β e γ são os coeficientes a serem estimados. Por conseguinte, W_2 é a matriz de proximidade geográfica medida pela distância inversa entre as regiões. E ρ é um parâmetro que representa a dependência espacial e presença de externalidades de regiões próximas.

Desta forma, como W_2Z_{ij} representa o vetor de variáveis explicativas Z_{ij} defasadas pela matriz de proximidade de distância inversa, o modelo hierárquico com defasagem das variáveis explicativas do nível 2 busca investigar a *Hipótese 5*. Esta considera a possibilidade de existir eventuais efeitos de transbordamentos de regiões próximas.

4.4 RESULTADOS³⁵

A Figura 1 ilustra a distribuição geográfica dos inventores classificados como *gatekeepers* na rede de coinvenção do Brasil, compreendendo a abrangência geográfica de REGIC. Para tanto, são consideradas as três medidas de *gatekeepers* destacadas nesta pesquisa e o grau de desempenho inventivo³⁶ destes inventores durante o período completo do estudo referente aos anos de 2000 a 2012.

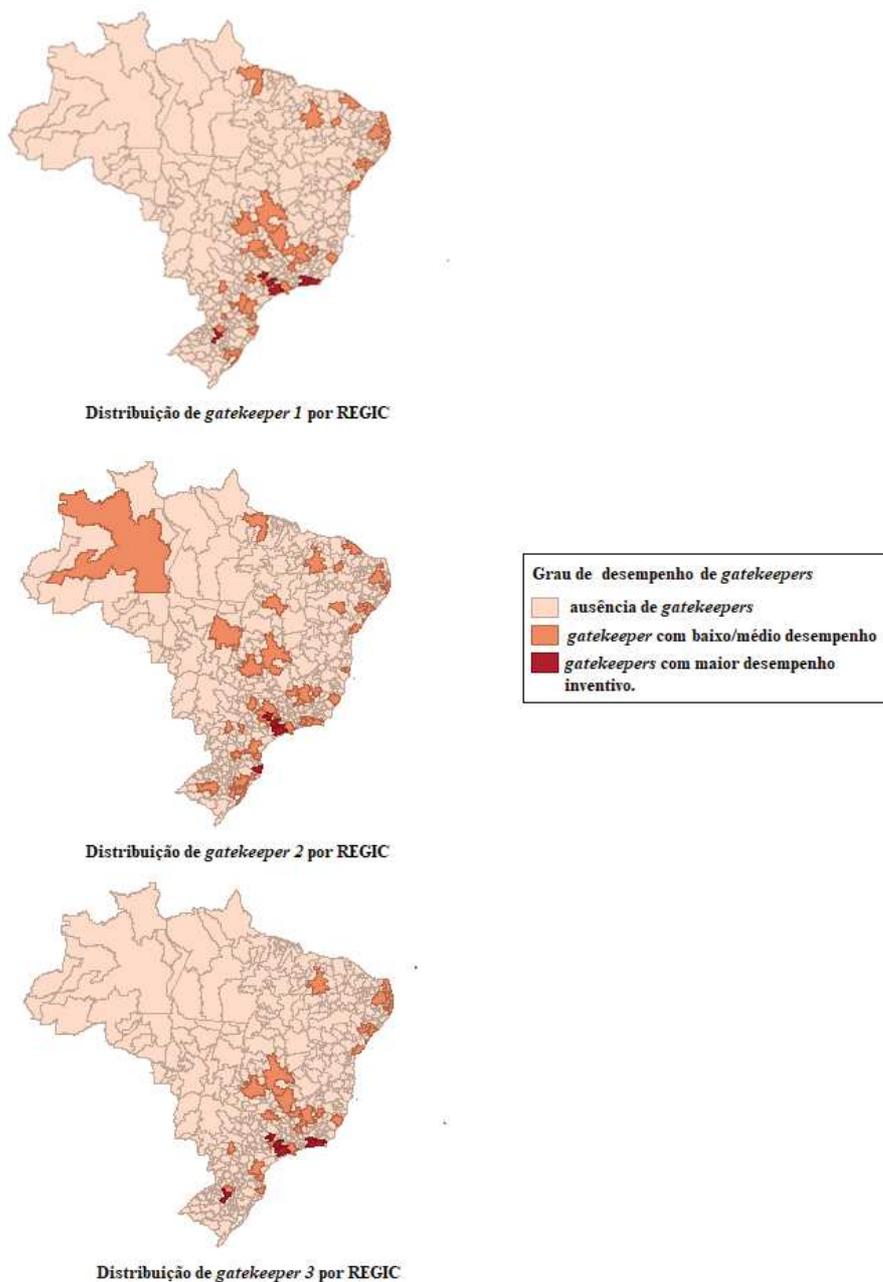
Como resultado, a Figura 1 permite visualizar que os *gatekeepers* classificados pela medida *gatekeeper 1* de Gould e Fernandez (1989) e pela medida *gatekeeper 3*, que considera os inventores intermediadores de conhecimentos externos únicos e não redundantes, tendem a se concentrar nas regiões do sul e sudeste brasileiro. E, além de ambos os grupos de *gatekeepers* apresentarem inserção geográfica semelhante, estes também apresentam maior desempenho inventivo nas regiões do sudeste do Brasil. Ao se investigar a dinâmica de inserção regional dos *gatekeepers* classificados pela medida *gatekeeper 2* de Giuliani e Bell (2011), tem-se que os mesmos estão mais espalhados geograficamente. Este pode ser um indício de que inventores considerados *gatekeepers* e como fontes de conhecimentos externos sejam mais relevantes para o sistema regional de inovação de regiões mais periféricas, assim como evidenciado por Morrisson (2008). Contudo, os inventores classificados como

³⁵ Como teste de robustez todos os resultados foram estimados com a exclusão de inventores com apenas uma patente no período considerado, sendo estes resultados reportados no Apêndice (Tabelas A2, A4 e A6); e apenas com a inclusão de inventores das regiões do sul e sudeste do Brasil, também reportados no Apêndice (Tabelas A3, A5 e A7).

³⁶ Como critério de grau de desempenho inventivo considerou-se os *percentis* do total de patentes do inventor, sendo o grupo com alto desempenho o de maior *percentil*.

gatekeeper 2, assim como os classificados pelas demais medidas também são mais produtivos nas regiões do sudeste brasileiro, o que reforça a ideia de investigar efeitos regionais sobre o desempenho de inventores presentes no sistema de rede de coinvenção regional.

Figura 1. Mapas de distribuição por REGIC de *gatekeepers* considerando o grau de desempenho inventivo no período de 2000-2012.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021) por meio do *software ArcView*.

Seguindo a proposta de investigar os determinantes do desempenho inventivo dos inventores e *gatekeepers* na rede de coinvenção inicialmente foram analisadas as variâncias da variável dependente por si só, em cada período considerado. Por conseguinte, foram incluídas paulatinamente³⁷ as variáveis explicativas do nível individual e as variáveis regionais aos modelos a fim de compreender o efeito dessas sobre a variância da dependente.

No primeiro momento, incluiu-se apenas a variável dependente de desempenho do inventor no modelo e investigou-se o comportamento da sua variância em cada período considerado. Ao se incluírem as variáveis explicativas do nível do inventor a variância do desempenho dos inventores na rede reduziu-se em média 70% (não mostrado aqui) em todos os períodos considerados, sendo os valores de σ_e^2 reportados pelas Tabelas 1, 2 e 3. Em seguida, ao adicionar as variáveis explicativas do nível regional ao modelo foi possível obter as variâncias do nível regional, σ_u^2 , reportadas também nas Tabelas 1, 2 e 3, e calcular os coeficientes de partição da variância do modelo hierárquico. Os coeficientes de partição de variância, $\frac{\sigma_u^2}{\sigma_e^2 + \sigma_u^2}$, comparando os modelos com e sem variáveis explicativas no nível regional, obtiveram os respectivos valores de 0,48 para o período de 2000-2003; 0,47 no período de 2004-2007; e 0,45 no período mais recente de 2008-2012. O coeficiente de partição da variância varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 0 (zero) indica que o nível contextual ou regional não explica a variação do desempenho dos inventores na rede. Nesse caso, pode-se dizer que os contextos regionais explicam a menor parcela da variância do desempenho dos inventores, em comparação com as variáveis do nível individual. Ademais, como o coeficiente tem diminuído ao longo dos períodos considerados pode-se dizer que o contexto regional vem perdendo a relevância para os aspectos individuais dos inventores. Isso pode ser explicado pela relevância das características dos inventores e pela própria estrutura de rede não depender da proximidade geográfica entre os agentes para sua eficácia. Contudo, ainda assim cabe inserir variáveis do contexto regional e investigar os possíveis efeitos geográficos e de externalidades geográficas sobre o desempenho dos inventores na rede.

Posto isso, as Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os resultados de cada um dos modelos hierárquicos especificados na seção anterior para as três janelas de tempo consideradas 2000-2003, 2004-2007 e 2008-2012. A Tabela 1 reporta os resultados do modelo hierárquico simples representado pela equação (10) e cada período analisado é subdividido em quatro colunas: a coluna (I) investiga os determinantes do desempenho inventivo de inventores em

³⁷ Todas as regressões e estatísticas como variâncias e participação de variâncias mencionadas se encontram em poder dos autores desta pesquisa e podem ser disponibilizadas caso sejam solicitadas.

geral; a (II) inclui a *dummy gatekeeper 1* a fim de investigar o desempenho de *gatekeepers* classificados como intermediadores de conhecimentos internos e externos na rede; a (III) inclui a *dummy gatekeeper 2* e investiga os determinantes do desempenho de *gatekeepers* com mais ligações externas do que internas na rede; e a (IV) inclui a *dummy gatekeeper 4* a fim de identificar os determinantes do desempenho de *gatekeepers* intermediadores de conhecimentos externos únicos e não redundantes na rede. Dessa forma, a Tabela 1 investiga apenas as *Hipóteses 1, 2 e 3* de que o desempenho de inventores esteja associado a efeitos individuais, provenientes das características dos inventores e de seu posicionamento na rede como *gatekeeper*, e também a efeitos das características regionais em que se insere.

A Tabela 2 reporta os resultados do modelo hierárquico com defasagens das variáveis explicativas de identificação de *gatekeeper* presente no nível do inventor, pela matriz de proximidade relacional (W_1). O modelo proposto é representado pela equação (11) e tem por finalidade a investigação da *Hipótese 4*. Essa hipótese sugere que os inventores que colaboram diretamente com *gatekeepers* possuem maior desempenho inventivo na rede de coinvenção. A Tabela 2 também inclui as referidas medidas de *gatekeepers* em modelos distintos, porém estas são incluídas considerando as defasagens mencionadas. Assim, a Tabela 2 apresenta três colunas, sendo que a coluna (I) representa os resultados após a inclusão da variável *gatekeeper 1* defasada pela matriz relacional $W_1(\textit{gatekeeper 1})$ no modelo; a (II) reporta os resultados ao se incluir a variável $W_1(\textit{gatekeeper 2})$; e a coluna (III) resultados incluindo a variável $W_1(\textit{gatekeeper 3})$. No entanto, como o modelo também inclui variáveis que caracterizam os inventores e as regiões em que estes se inserem também permitem dar sustentação às investigações das *Hipóteses 1 e 3*.

Já a Tabela 3 expõe os resultados do modelo hierárquico com defasagem das variáveis explicativas do nível regional $W_2(\textit{P\&D privado})$, $W_2(\textit{P\&D universitário})$, $W_2(\textit{metrópole})$, $W_2(\textit{PIB per capita})$, $W_2(\textit{escala de inventores})$ e $W_2(\textit{densidade de ligações locais})$. Ao se incluir as defasagens das variáveis explicativas do nível regional são estimados os modelos representados pela equação (12). Sendo assim, é possível investigar a *Hipótese 5* de que existem efeitos de transbordamento geográfico sobre o desempenho dos inventores na rede de coinvenção inseridos em regiões vizinhas. E, assim como a Tabela 1, a Tabela 3 também apresenta nas quatro colunas as diferentes medidas de *gatekeepers* em modelos distintos e ao mesmo tempo permite dar sustentação aos resultados das *Hipóteses 1, 2 e 3* investigadas pela Tabela 1.

Sendo assim, os resultados da Tabela 1 permitem inferir que possuir conhecimentos em alta tecnologia tem relação significativa e negativa com o desempenho inventivo de inventores no período de 2004-2007. Já no período mais recente 2008-2012, ter conhecimento em alta tecnologia afeta positivamente o desempenho de inventores, com exceção de quando se inclui a medida de *gatekeeper 1* no modelo, esta passa a ser não significativa. Este resultado pode ser devido a uma possível alteração nos níveis de conhecimento em alta tecnologia dos inventores ao longo do tempo. É sabido que invenções mais recentes exigem cada vez mais conhecimentos complexos a fim de superar as fronteiras do conhecimento. Logo, a base de conhecimento reflete a complexidade das tecnologias e atividades com maior intensidade de conhecimento (SMITH, 2000).

A relevância e o efeito positivo de possuir conhecimentos em alta tecnologia podem ter ganhado relevância nos últimos anos para o desempenho inventivo de inventores inseridos em redes de coinvenção. Além disso, é possível identificar que a variável de diversificação dos conhecimentos tecnológicos é significativa e possui associação positiva com o desempenho inventivo dos inventores em todos os períodos considerados. Este resultado reforça a ideia da relevância da base de conhecimento do inventor para o seu desempenho em gerar atividades inventivas e da relevância da interação de conhecimentos diversos para a fronteira do conhecimento (MORCEIRO *et al.* 2011).

Ao se investigar a influência do ambiente de trabalho do inventor sobre o nível de desempenho inventivo do mesmo os resultados sugerem que pertencer a Instituições de Ensino e/ou Instituições Públicas geram efeitos negativos sobre o desempenho dos inventores na rede de coinvenção. Este resultado foi significativo apenas para os períodos de 2000-2003 e 2004-2007, sendo a variável instituição de ensino significativa no primeiro período apenas nos modelos (II) e (IV). No entanto, a variável de pertencimento à Indústria é significativa e positiva em todos os períodos e modelos considerados. Os resultados obtidos podem ser interpretados como o setor industrial no Brasil ser o que mais potencializa o desempenho inventivo de seus empregados. Evidências similares são encontradas na literatura associando um maior número de copatentes por parte de organizações privadas em detrimento das universidades e centros públicos de pesquisa. Estes últimos supostamente participam de colaborações com as instituições privadas quando há interesse em pesquisas ou *startups* (GRAF, 2011; CRESCENZI *et. al.*, 2015).

Ao se considerar os salários dos indivíduos, nota-se uma relação positiva com o desempenho inventivo em todos os períodos e modelos. Este resultado é coerente com outros que associam positivamente salário médio e número de patentes em universidades (COUPÉ, 2003).

Tomados em conjunto, estes resultados dão suporte à validação da *Hipótese 1* desta pesquisa de que as características individuais dos inventores exercem influência sobre o seu desempenho inventivo. Por conseguinte, a Tabela 1 possibilita também validar a *Hipótese 2* de que se comportar como *gatekeeper* na rede gera efeitos positivos no desempenho dos inventores. A validade da segunda hipótese é sugerida pela significância e sinal positivo das variáveis *gatekeeper 1* e *gatekeeper 3* em todos os períodos considerados, assim como da variável *gatekeeper 2* no último período considerado. Ademais, estes resultados são reforçados pela literatura ao evidenciar que *gatekeepers* são mais inventivos em comparação a outros inventores na rede (LE GALLO; PLUNKET, 2020).

Somado a tais resultados ainda é possível inferir por meio da Tabela 1 algumas evidências a respeito dos efeitos das características regionais sobre o desempenho de inventores na rede de coinvenção. A variável metrópole obteve sinal negativo em relação ao desempenho inventivo dos inventores com significância apenas no período 2000-2003. A literatura aponta que regiões metropolitanas tendem a possuir maior fluxo de conhecimento e um maior número de patentes, o que pode ser explicado pelas características de urbanização das mesmas (BETTENCOURT *et al.*, 2007; DE ARAUJO *et al.* 2019). No entanto, cabe destacar que estes resultados encontrados pela literatura compreendem o nível agregado das metrópoles. Os resultados desta pesquisa podem sinalizar que o desempenho inventivo de inventores individuais, ao participarem de redes de coinvenção, pode não estar limitado ao seu pertencimento às regiões metropolitanas e às economias de urbanização.

A variável de P&D universitário obteve sinal significativo e negativo em relação ao desempenho dos inventores nos períodos 2000-2003 e 2004-2007, respectivamente. Na literatura, existem evidências de que os *gatekeepers* facilitam o acesso a conhecimentos e a criação de invenções na ausência atividades de P&D por parte das organizações (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Logo, o resultado obtido na presente pesquisa pode ser visto como uma evidência de que inventores pertencentes à rede de coinvenção, assim como os *gatekeepers* presentes na rede, obtêm desempenho inventivo mesmo em regiões de menor capacidade em investir em P&D.

Todavia, o número de inventores da região, medido pela escala de inventores, mostra-se como um fator relevante e com efeito positivo sobre o desempenho de inventores da rede de coinvenção. A variável foi significativa apenas no último período de análise considerado 2008-2012, porém pode ser uma evidência assim como em Bettencourt *et al.* (2007) de que inventores colocalizados facilitam a interação e a troca de conhecimentos entre eles resultando na criação de invenções. Somado aos demais resultados, a Tabela 1 evidencia a significância da densidade das ligações locais para o desempenho inventivo dos inventores. A variável obteve sinal negativo no período de 2004-2007 e sinal positivo no período mais recente de 2008-2012. Na literatura também existem evidências e interpretações de ambos os sinais para medida de densidade. Assim, densidades de ligações internas podem ser interpretadas como prejudiciais ao desempenho inventivo quando intensas ligações levam ao *lock-in* tecnológico (LOBO; STRUMSKY, 2008; BETTENCOURT *et al.*, 2007). Podem ser vistas ainda como facilitadoras do processo de inventar devido à alta conectividade e interação entre os agentes promoverem mais invenções (FLEMING *et al.*, 2007, LOBO; STRUMSKY, 2008, STRUMSKY; THILL, 2013).

As demais variáveis explicativas do nível regional não foram significativas em explicar o desempenho inventivo dos inventores na rede. Nesse sentido, a *Hipótese 3* de que as características regionais de onde os inventores se inserem tem efeito sobre o seu desempenho inventivo tem sua validade pautada na significância de poucas variáveis. Este já era um resultado previsto de acordo com a menor participação das variáveis explicativas do nível regional em explicar a variância da variável dependente. Dessa forma, pode-se resumir que as variáveis que afetam positivamente no nível inventivo do inventor são as variáveis associadas ao próprio sistema de invenções da região: escala de inventores e densidade de ligações locais. Todavia, é possível identificar que ao longo dos anos o intercepto perde a sua significância o que pode ter associação com a menor participação do nível regional em explicar as variâncias da variável dependente ao longo do tempo. Ding *et al.* (2010) evidencia que com o avanço de tecnologias da informação é haver troca de conhecimento entre pesquisadores a menores custos e a maiores distâncias.

Tabela 1. Efeitos individuais e regionais sobre o desempenho dos inventores na rede de coinvenção do Brasil.
Modelo hierárquico simples (2000-2012).

| Variáveis | 2000-2003 | | | | 2004-2007 | | | | 2008-2012 | | | |
|--|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) |
| <i>Conhecimento em alta tecnologia</i> | 0,056 (0,063) | 0,026 (0,049) | 0,057 (0,063) | 0,029 (0,051) | -0,067* (0,036) | -0,074** (0,036) | -0,068* (0,036) | -0,073** (0,037) | 0,057** (0,027) | 0,031 (0,025) | 0,052* (0,027) | 0,047* (0,025) |
| <i>Conhecimento diversificado</i> | 0,467*** (0,011) | 0,458*** (0,011) | 0,464*** (0,014) | 0,458*** (0,012) | 0,451*** (0,012) | 0,433*** (0,009) | 0,450*** (0,013) | 0,437*** (0,010) | 0,361*** (0,024) | 0,339*** (0,022) | 0,360*** (0,024) | 0,347*** (0,023) |
| <i>Inst.de Ensino</i> | -0,027 (0,040) | -0,062** (0,026) | -0,028 (0,039) | -0,064** (0,027) | -0,075** (0,033) | -0,091*** (0,035) | -0,077** (0,033) | -0,083*** (0,032) | 0,029 (0,032) | -0,005 (0,032) | 0,023 (0,033) | 0,007 (0,029) |
| <i>Instituição Pública</i> | -0,093*** (0,030) | -0,096*** (0,027) | -0,094*** (0,031) | -0,096*** (0,027) | -0,089** (0,037) | -0,094** (0,037) | -0,091** (0,037) | -0,096*** (0,036) | -0,002 (0,027) | 0,006 (0,027) | 0,002 (0,027) | 0,008 (0,027) |
| <i>Indústria</i> | 0,059 (0,045) | 0,087** (0,036) | 0,058 (0,044) | 0,088* (0,040) | 0,076** (0,030) | 0,083*** (0,030) | 0,075** (0,029) | 0,081*** (0,030) | 0,077*** (0,029) | 0,085*** (0,029) | 0,077*** (0,029) | 0,084*** (0,029) |
| <i>Salário</i> | 0,003*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,003** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,002*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,002*** (0,001) |
| <i>Gatekeeper 1</i> | | 0,559*** (0,047) | | | | 0,325*** (0,092) | | | | 0,492*** (0,066) | | |
| <i>Gatekeeper 2</i> | | | 0,045 (0,119) | | | | 0,038 (0,040) | | | | 0,170*** (0,041) | |
| <i>Gatekeeper 3</i> | | | | 0,595*** (0,070) | | | | 0,323*** (0,103) | | | | 0,480*** (0,090) |
| <i>Metrópole</i> | -0,096** (0,048) | -0,081* (0,044) | -0,096** (0,048) | -0,080* (0,046) | -0,023 (0,047) | -0,017 (0,045) | -0,021 (0,047) | -0,022 (0,046) | -0,008 (0,036) | -0,007 (0,035) | -0,009 (0,036) | -0,009 (0,035) |
| <i>PIB per capita</i> | 0,006 (0,006) | 0,004 (0,005) | 0,006 (0,006) | 0,004 (0,005) | -0,000 (0,006) | 0,000 (0,005) | -0,000 (0,006) | -1,9e-05 (0,005) | 0,002 (0,003) | 0,002 (0,003) | 0,002 (0,003) | 0,002 (0,003) |
| <i>P&D privado</i> | 6,4e-06 (5,8e-05) | -1,4e-05 (5,2e-05) | 6,0e-06 (5,8e-05) | 8,1e-07 (5,4e-05) | -9,1e-05 (7,2e-05) | -0,000 (7,1e-05) | -9,3e-05 (7,2e-05) | -9,7e-05 (7,1e-05) | -9,0e-05 (5,7e-05) | -9,4e-05* (5,4e-05) | -8,5e-05 (5,7e-05) | -8,6e-05 (5,6e-05) |
| <i>P&D universitário</i> | -0,001** (0,000) | -0,001*** (0,000) | -0,001*** (0,000) | -0,001*** (0,000) | 0,001 (0,001) | 0,000 (0,001) | 0,001 (0,001) | 0,001 (0,001) | -0,001** (0,000) | -0,001** (0,000) | -0,001** (0,000) | -0,001** (0,000) |

Tabela 1. Efeitos individuais e regionais sobre o desempenho dos inventores na rede de coinvenção do Brasil.
Modelo hierárquico simples (2000-2012).

(Continua)

| <i>Variáveis</i> | 2000-2003 | | | | 2004-2007 | | | | 2008-2012 | | | |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) |
| <i>Escala de inventor</i> | 0,093 (0,229) | 0,158 (0,194) | 0,097 (0,228) | 0,119 (0,206) | 0,167 (0,203) | 0,168 (0,198) | 0,172 (0,204) | 0,183 (0,201) | 0,3210* (0,1760) | 0,324** (0,164) | 0,331* (0,174) | 0,355** (0,167) |
| <i>Densidade de ligações locais</i> | -0,002 (0,010) | -0,002 (0,010) | -0,002 (0,010) | -0,002 (0,010) | -0,043** (0,018) | -0,044** (0,018) | -0,044** (0,018) | -0,044** (0,018) | 0,0703** (0,031) | 0,071** (0,033) | 0,071** (0,031) | 0,071** (0,032) |
| Constante | -0,224*** (0,054) | -0,191*** (0,053) | -0,221*** (0,055) | -0,194*** (0,054) | -0,116* (0,063) | -0,081 (0,057) | -0,116* (0,063) | -0,087 (0,059) | -0,0376 (0,047) | 0,003 (0,045) | -0,043 (0,046) | -0,006 (0,045) |
| σ_{e0}^2 | 0,033 (0,021) | 0,024 (0,015) | 0,034 (0,020) | 0,024 (0,015) | 0,047 (0,023) | 0,045 (0,022) | 0,047 (0,023) | 0,045 (0,021) | 0,031 (0,015) | 0,031 (0,016) | 0,031 (0,015) | 0,032 (0,015) |
| $\sigma_{\mu0}^2$ | 0,030 (0,019) | 0,021 (0,014) | 0,031 (0,019) | 0,021 (0,014) | 0,041 (0,020) | 0,039 (0,019) | 0,042 (0,020) | 0,039 (0,019) | 0,0252 (0,012) | 0,024 (0,014) | 0,025 (0,012) | 0,025 (0,013) |
| AIC | 14462,34 | 14342,09 | 14463,48 | 14361,77 | 18566,22 | 18506,14 | 18567,24 | 18519,22 | 30964,04 | 30670,89 | 30932,03 | 30771,61 |
| BIC | 14554,21 | 14440,52 | 14561,91 | 14460,21 | 18661,1 | 18607,8 | 18668,9 | 18620,88 | 31065,76 | 30779,87 | 31041,02 | 30880,6 |
| Wald | 5247,86 | 6412,11 | 8760,56 | 6149,91 | 4420,52 | 3528,60 | 5297,41 | 3791,88 | 1830,08 | 1976,26 | 1851,63 | 1724,67 |
| N observações | 5.230 | 5.230 | 5.230 | 5.230 | 6.485 | 6.485 | 6.485 | 6.485 | 10.569 | 10.569 | 10.569 | 10.569 |
| N de grupos | 171 | 171 | 171 | 171 | 200 | 200 | 200 | 200 | 254 | 254 | 254 | 254 |

1) Erros padrões robustos são representados em parênteses.

2) *, **, *** nos resultados representam respectivamente a significância com 90, 95 e 99% de confiança.

3) A variável dependente que mede o desempenho inventivo do inventor é dada pelo total de patentes do mesmo no período de análise considerado.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) de acordo com os resultados da base de dados e *mepoisson* respeitando a distribuição da variável dependente.

Os resultados da Tabela 2 incluem as variáveis de *gatekeepers* defasadas pela matriz relacional (W_1). A matriz de proximidade relacional permite investigar a proximidade entre inventores por meio de colaborações diretas entre eles durante o processo de invenção. Sendo assim, os resultados da Tabela 2 tem como interesse principal a investigação da *Hipótese 4* de que a proximidade relacional com *gatekeepers* potencializa o desempenho inventivo de seus parceiros na rede. Como principais resultados a Tabela 2 evidencia que possuir ligações com inventores classificados como *gatekeeper 2* tem efeito negativo e significativo sobre o desempenho inventivo do inventor no período de 2000-2004. E, que possuir colaborações diretas com inventores classificados como *gatekeeper 1* tem efeito positivo e significativo sobre o desempenho dos inventores na rede no período mais recente de 2008-2012.

A variável *gatekeeper 2* abrange os inventores que intermedeiam conhecimentos na rede, mas que possuem mais ligações externas do que internas a sua região de acordo com a medida de Giuliani e Bell (2011). O sinal negativo pode ser explicado pelos inventores classificados pela medida colaborarem menos com inventores locais o que pode reduzir em parte o desempenho desses parceiros diretos em detrimento de parceiros de outras regiões. Ademais, a Figura 1 aponta que estes inventores também se inserem em regiões menos inventivas o que pode ter relação com este resultado de menor desempenho inventivo de seus parceiros. Evidências apontam que relações externas diretas auxiliam mais na aquisição de novos conhecimentos do que se adquiridas indiretamente por *gatekeepers*, devido a menores distorções. Contudo, mesmo assim os *gatekeepers* seriam considerados relevantes para a absorção de conhecimentos externos por agentes locais (BRESCHI; LENZI, 2015). Nos demais períodos 2004-2007 e 2008-2012 a variável *gatekeeper 2* obteve um sinal positivo, sugerindo que a proximidade relacional com estes *gatekeepers* potencialize o desempenho de inventores em períodos mais recentes, porém a variável foi não significativa nesses períodos.

A medida *gatekeeper 1* obteve sinal positivo em todos os períodos e significativo no período mais recente da análise 2008-2012, sugerindo haver efeitos positivos em colaborar diretamente com inventores classificados como *gatekeeper 1*. Esta medida se refere à medida de Gould e Fernandez (1989), classificando como *gatekeepers* inventores que intermedeiam conhecimentos internos e externos na rede. Este resultado que corrobora evidências na literatura de que os *gatekeepers* auxiliam na capacidade de absorção de conhecimentos externos de seus parceiros locais (ALLEN; COHEN, 1969; BRESCHI; LENZI, 2015; TER WAL *et al.*, 2017), e influenciam o desempenho de seus parceiros diretos e os socialmente próximos (LE GALLO; PLUNKET, 2020).

Como os resultados obtidos em relação à proximidade relacional com *gatekeepers* foram contrastantes e a medida *gatekeeper 3* obteve sinal positivo e não significativo, a *Hipótese 4* não pode ser validada pela presente pesquisa ao se investigar os inventores na rede de coinvenção do Brasil. Ademais, a proximidade relacional com *gatekeepers* obteve sinal positivo e significativo apenas no período mais recente da análise 2008-2012 podendo o resultado ser visto como um ganho de relevância das colaborações diretas com *gatekeepers* ao longo do tempo, o que está de acordo com evidências de que o número de coinvenções têm sido maior e comum ao longo dos anos, além da interação potencializar a criação de invenções (FLEMING *et al.*, 2007; FRENKEN *et al.*, 2009; HOEKMAN *et al.*, 2009; ARTS; VEUGELERS, 2015). No entanto, o resultado obtido também sugere a relevância de se considerar mais de uma medida de *gatekeeper* em pesquisas relacionadas aos mesmos, considerando que os inventores classificados por tais medidas não coincidem.

No mais, os demais resultados obtidos pelos modelos da Tabela 2 foram análogos, em termos de sinais, aos resultados encontrados pela Tabela 1. É possível identificar a sustentação da *Hipótese 1* por meio de evidências de que o desempenho dos inventores é afetado positivamente por suas características individuais como diversificação tecnológica e remuneração salarial, assim como conhecimento em alta tecnologia considerando os anos mais recentes da amostra. Os resultados também apontam que os inventores que se inserem em indústrias supostamente obtêm maior desempenho inventivo ao contrário dos pertencentes às instituições públicas e de ensino do Brasil.

Ademais, assim como os resultados obtidos pela Tabela 1, o desempenho inventivo de inventores na rede de coinvenção apresenta relação negativa com a inserção em metrópoles ou regiões com maior investimento em P&D universitário. Resultados que podem ser interpretados como o desempenho de inventores na rede superar a ausência de infraestrutura urbana e investimentos em pesquisas na região. No mais, características da rede na região e da disponibilidade de mão de obra de inventores tem relação positiva com o desempenho de inventores locais. Cabendo destacar que a densidade da rede pode ser prejudicial no desempenho de inventores quando estas levam a conhecimentos redundantes. Logo, ao se incluir as medidas de *gatekeepers* defasadas pela matriz de proximidade relacional no modelo hierárquico os resultados obtidos em relação aos efeitos das características regionais também auxiliam na sustentação da *Hipótese 3*.

Tabela 2. Efeitos individuais, regionais e de proximidade relacional sobre o desempenho de inventores na rede de coinvenção do Brasil.
Modelo hierárquico com defasagens das medidas de *gatekeepers* (2000-2012).

| Variáveis | 2000-2003 | | | 2004-2007 | | | 2008-2012 | | |
|------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (I) | (II) | (III) | (I) | (II) | (III) |
| <i>Conhecimento em alta tec.</i> | 0,056 (0,063) | 0,057 (0,064) | 0,056 (0,063) | -0,066* (0,036) | -0,067* (0,036) | -0,066* (0,036) | 0,057** (0,027) | 0,058** (0,027) | 0,057** (0,027) |
| <i>Conhecimento diversificado</i> | 0,467*** (0,011) | 0,467*** (0,011) | 0,467*** (0,011) | 0,451*** (0,012) | 0,451*** (0,012) | 0,451*** (0,012) | 0,361*** (0,024) | 0,361*** (0,024) | 0,361*** (0,024) |
| <i>Salário</i> | 0,003*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,003*** (0,001) |
| <i>Instituição de Ensino</i> | -0,027 (0,040) | -0,025 (0,042) | -0,027 (0,040) | -0,075** (0,032) | -0,075** (0,033) | -0,075** (0,032) | 0,029 (0,032) | 0,029 (0,032) | 0,029 (0,032) |
| <i>Instituição Pública</i> | -0,093*** (0,030) | -0,094*** (0,030) | -0,093*** (0,030) | -0,090** (0,037) | -0,089** (0,037) | -0,090** (0,037) | -0,002 (0,027) | -0,002 (0,027) | -0,002 (0,027) |
| <i>Indústria</i> | 0,059 (0,045) | 0,059 (0,046) | 0,059 (0,045) | 0,076** (0,030) | 0,076** (0,030) | 0,076** (0,029) | 0,077*** (0,029) | 0,077*** (0,029) | 0,078*** (0,029) |
| <i>W₁(Gatekeeper 1)</i> | 0,023 (0,036) | | | 0,076 (0,055) | | | 0,048* (0,025) | | |
| <i>W₁(Gatekeeper 2)</i> | | -0,060** (0,026) | | | 0,005 (0,018) | | | 0,008 (0,014) | |
| <i>W₁(Gatekeeper 3)</i> | | | -0,013 (0,041) | | | 0,086 (0,055) | | | 0,038 (0,035) |
| <i>Metrópole</i> | -0,096** (0,048) | -0,099** (0,049) | -0,096** (0,048) | -0,021 (0,047) | -0,023 (0,047) | -0,022 (0,047) | -0,008 (0,036) | -0,008 (0,036) | -0,008 (0,036) |
| <i>PIB per capita</i> | 0,006 (0,006) | 0,006 (0,006) | 0,006 (0,006) | -0,000 (0,006) | -0,000 (0,006) | -0,000 (0,006) | 0,002 (0,003) | 0,002 (0,003) | 0,002 (0,003) |
| <i>P&D privado</i> | 5,7e-06 (5,7e-05) | 1,2e-05 (5,7e-05) | 7,0e-06 (5,7e-05) | -9,3e-05 (7,2e-05) | -9,1e-05 (7,2e-05) | -9,2e-05 (7,2e-05) | -8,8e-05 (5,8e-05) | -8,9e-05 (5,7e-05) | -9,0e-05 (5,8e-05) |
| <i>P&D universitário</i> | -0,001** (0,000) | -0,001** (0,000) | -0,001** (0,000) | 0,001 (0,001) | 0,001 (0,001) | 0,001 (0,001) | -0,001** (0,000) | -0,001** (0,000) | -0,001** (0,000) |

Tabela 2. Efeitos individuais, regionais e de proximidade relacional sobre o desempenho de inventores na rede de coinvenção do Brasil. Modelo hierárquico com defasagens das medidas de *gatekeepers* (2000-2012).

(Continua)

| Variáveis | 2000-2003 | | | 2004-2007 | | | 2008-2012 | | |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (I) | (II) | (III) | (I) | (II) | (III) |
| <i>Escala de inventor</i> | 0,094 (0,229) | 0,082 (0,226) | 0,092 (0,228) | 0,166 (0,202) | 0,167 (0,203) | 0,166 (0,201) | 0,319* (0,176) | 0,323* (0,176) | 0,322* (0,176) |
| <i>Densidade de ligações locais</i> | -0,002 (0,010) | -0,002 (0,010) | -0,002 (0,010) | -0,044** (0,018) | -0,044** (0,018) | -0,044** (0,018) | 0,070** (0,032) | 0,070** (0,031) | 0,070** (0,031) |
| Constante | -0,225*** (0,054) | -0,219*** (0,054) | -0,223*** (0,054) | -0,120* (0,061) | -0,116* (0,062) | -0,120* (0,062) | -0,044 (0,047) | -0,039 (0,047) | -0,040 (0,047) |
| σ_{e0}^2 | 0,033 (0,020) | 0,033 (0,020) | 0,033 (0,021) | 0,047 (0,023) | 0,047 (0,023) | 0,047 (0,023) | 0,031 (0,015) | 0,031 (0,015) | 0,031 (0,015) |
| σ_{u0}^2 | 0,030 (0,019) | 0,030 (0,019) | 0,030 (0,019) | 0,041 (0,020) | 0,041 (0,020) | 0,041 (0,020) | 0,025 (0,012) | 0,025 (0,012) | 0,025 (0,012) |
| AIC | 14464,18 | 14461,35 | 14464,31 | 18564,14 | 18568,18 | 18564,41 | 30960,73 | 30965,82 | 30964,36 |
| BIC | 14562,61 | 14559,78 | 14562,74 | 18665,8 | 18669,84 | 18666,07 | 31069,71 | 31074,81 | 31073,34 |
| Wald | 5268,69 | 5309,51 | 5415,28 | 6174,97 | 4497,49 | 5496,69 | 1879,26 | 1914,76 | 1868,97 |
| N observações | 5.230 | 5.230 | 5.230 | 6.485 | 6.485 | 6.485 | 10.569 | 10.569 | 10.569 |
| N grupos | 171 | 171 | 171 | 200 | 200 | 200 | 254 | 254 | 254 |

1) Erros padrões robustos são representados em parênteses.

2) *, **, *** nos resultados representam respectivamente a significância com 90, 95 e 99% de confiança.

3) A variável dependente que mede o desempenho inventivo do inventor é dada pelo total de patentes do mesmo no período de análise considerado.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) de acordo com os resultados da base de dados e *mepoisson* respeitando a distribuição da variável dependente.

Por fim, a Tabela 3 reúne os resultados do modelo hierárquico incluindo a defasagem espacial de todas as variáveis explicativas do nível regional, sendo possível investigar a *Hipótese 5* dos efeitos da proximidade geográfica no desempenho dos inventores na rede de coinvenção. Para construção das variáveis defasadas utilizam-se da matriz de distância inversa W_2 que capta a proximidade geográfica entre as regiões em que os inventores e seus parceiros se inserem e possibilita investigar a existência das externalidades geográficas.

Dentre os principais resultados da Tabela 3, evidencia-se a significância da variável $W_2(\text{PIB per capita})$, que mede o desempenho econômico de regiões vizinhas, nos períodos de 2000-2003 e 2004-2007. O resultado sugere haver efeito de transbordamento de regiões com maior desenvolvimento econômico sobre o desempenho de inventores em regiões vizinhas. Óhuallancháin *et al.* (2015) destacam que regiões com melhor desempenho econômico são mais inventivas. Assim, os efeitos positivos da proximidade geográfica com regiões com maior PIB *per capita*, e consequentemente mais desenvolvidas economicamente, pode gerar externalidades positivas que auxiliam o desempenho de inventores de regiões próximas.

Contudo, a Tabela 3 aponta que a proximidade com regiões metropolitanas, medida pela variável $W_2(\text{metrópoles})$, e com regiões com maior nível de P&D privado, medida por $W_2(\text{P\&D privado})$, tenha efeitos negativos sobre o desempenho inventivo do inventor. Este resultado pode ser associado às evidências de que regiões com maior grau de capital humano afetam negativamente na centralidade das redes de regiões vizinhas (WANZENBOECK *et al.*, 2014). Nesse sentido, como estamos interessados no desempenho de inventores inseridos na rede de coinvenção se as regiões têm sua centralidade na rede diminuída isto tem relação direta com as colaborações dos inventores considerados. Ademais, a Tabela 3 sugere que a proximidade geográfica com regiões com maior densidade de ligações locais, medidas por $W_2(\text{densidade de ligações locais})$, gera efeitos positivos no desempenho inventivo do inventor vizinho. Regiões com alta densidade de ligações locais podem ser suscetíveis ao *lock-in* tecnológico ao estabelecerem conexões apenas entre seus inventores. Posto isto, regiões com maior densidade de ligações locais podem buscar parceiros de regiões próximas a fim de absorver novos conhecimentos tecnológicos.

Dessa maneira, a Tabela 3 evidencia que existem sim efeitos de proximidade geográfica sobre o nível de desempenho inventivo de inventores na rede, o que valida a *Hipótese 5* do estudo. Tais efeitos são evidenciados sobre a forma de externalidades das amenidades urbanas e da infraestrutura do sistema de invenção de regiões vizinhas capazes de afetar o desempenho de inventores de regiões próximas. No entanto, investigações futuras são necessárias em *prol* de compreender a complementariedade entre a proximidade geográfica e

outros tipos de proximidades assim como proposto por Crescenzi *et al.*, 2016. Isso ganha força ao se notar que o nível contextual explica uma menor parcela da variância do desempenho dos inventores na rede, mas que ainda assim tem relevância sobre o desempenho inventivo dos mesmos.

Os demais resultados obtidos pela Tabela 3 são semelhantes, em termos de sinais, aos obtidos pelas Tabelas 1 e 2 para as variáveis explicativas do nível do inventor e regional o que permite sustentar as *Hipóteses 1, 2 e 3*. Ao comparar os resultados das três tabelas é possível verificar robustez dos efeitos das características dos inventores sobre o seu desempenho inventivo. Conseqüentemente, a *Hipótese 1* é validada em todos os modelos analisados. Pode-se destacar que o desempenho dos inventores é afetado positivamente por seu conhecimento tecnológico em alta tecnologia, no período mais recente, e diversificação tecnológica. Além disso, o ambiente de trabalho em que se insere tem efeitos sobre o seu nível de desempenho assim como sua remuneração salarial. A *Hipótese 2* também é sustentada pela Tabela 3 assim como pelo modelo hierárquico simples reportado pela Tabela 1, sugerindo que inventores classificados como *gatekeepers*, nas três medidas, possuam maior desempenho inventivo na rede. Este resultado pode ser identificado na Tabela 3 pela significância das medidas de *gatekeepers* nos três modelos do período mais recente 2008-2012.

Os resultados da Tabela 3 também apontam que efeitos geográficos são menores do que os efeitos individuais sobre o desempenho dos inventores na rede. Este resultado está associado a menor contribuição do nível regional na partição da variância, em comparação ao nível individual, em explicar as variações do desempenho do inventor na rede. E, também associado a menor significância de variáveis regionais com efeitos positivos sobre o desempenho dos inventores. O desempenho inventivo dos inventores na rede de coinvenção tem relação negativa com regiões metropolitanas e com investimentos em P&D universitário, enquanto a densidade das ligações locais e a escala de inventores sugerem potencializar o desempenho dos inventores de uma região. Estes resultados também foram encontrados na Tabela 1 e na Tabela 2. No entanto, ao se incluir as variáveis do nível regional defasadas, a variável PIB *per capita* da região também apresenta resultados significativos e com sinal negativo no período 2004-2007. Estes, quando somados ao efeito da externalidade positiva de regiões com PIB *per capita* elevado sobre o desempenho de inventores vizinhos, sugerem que as redes de coinvenção auxiliam na superação da falta de infraestrutura regional. Inventores que se inserem em regiões menos desenvolvidas economicamente podem se beneficiar dos efeitos positivos das externalidades provenientes do desenvolvimento de

regiões próximas. Este resultado, em conjunto com os sinais e significâncias das variáveis de metrópole e P&D universitário, auxilia no argumento de que inventores inseridos em redes superam a escassez de uma melhor infraestrutura urbana, investimentos e desenvolvimento regional. Logo, o desempenho de inventores, sob a estrutura de rede de coinvenção, tende a ser eficaz mesmo em regiões mais periféricas assim como evidenciado por Morrisson (2008).

Tabela 3. Efeitos individuais, regionais e de proximidade geográfica sobre o desempenho de inventores na rede de coinvenção do Brasil.
Modelo hierárquico com defasagens das variáveis do nível regional (2000-2012)

| Variáveis | 2000-2003 | | | | 2004-2007 | | | | 2008-2012 | | | |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) |
| <i>Conhecimento em alta tecnologia</i> | 0,059 (0,063) | 0,029 (0,049) | 0,060 (0,063) | 0,032 (0,051) | -0,063* (0,036) | -0,070* (0,036) | -0,064* (0,037) | -0,069* (0,037) | 0,059** (0,027) | 0,033 (0,025) | 0,054** (0,027) | 0,048* (0,025) |
| <i>Conhecimento diversificado</i> | 0,466*** (0,011) | 0,457*** (0,011) | 0,463*** (0,014) | 0,457*** (0,012) | 0,451*** (0,012) | 0,433*** (0,009) | 0,450*** (0,013) | 0,436*** (0,010) | 0,361*** (0,024) | 0,339*** (0,022) | 0,360*** (0,024) | 0,347*** (0,023) |
| <i>Salário</i> | 0,003*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,003** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,0040*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,0040*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,002*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,002*** (0,001) |
| <i>Instituição de Ensino</i> | -0,029 (0,040) | -0,064** (0,027) | -0,030 (0,039) | -0,066** (0,027) | -0,076** (0,033) | -0,092*** (0,035) | -0,078** (0,033) | -0,084*** (0,032) | 0,028 (0,031) | -0,006 (0,032) | 0,023 (0,033) | 0,006 (0,029) |
| <i>Instituição Pública</i> | -0,088*** (0,031) | -0,092*** (0,028) | -0,089*** (0,031) | -0,091*** (0,028) | -0,082** (0,037) | -0,086** (0,037) | -0,084** (0,036) | -0,089** (0,036) | 0,002 (0,027) | 0,010 (0,028) | 0,006 (0,027) | 0,012 (0,027) |
| <i>Indústria</i> | 0,061 (0,044) | 0,089** (0,035) | 0,060 (0,043) | 0,090** (0,040) | 0,074** (0,029) | 0,081*** (0,029) | 0,074** (0,029) | 0,079*** (0,029) | 0,075*** (0,029) | 0,082*** (0,029) | 0,074** (0,029) | 0,081*** (0,029) |
| <i>Gatekeeper 1</i> | | 0,556*** (0,048) | | | | 0,325*** (0,091) | | | | 0,493*** (0,066) | | |
| <i>Gatekeeper 2</i> | | | 0,048 (0,118) | | | | 0,040 (0,040) | | | | 0,172*** (0,040) | |
| <i>Gatekeeper 3</i> | | | | 0,594*** (0,070) | | | | 0,323*** (0,103) | | | | 0,481*** (0,089) |
| <i>Metrópole</i> | -0,100** (0,050) | -0,085* (0,047) | -0,100** (0,051) | -0,086* (0,048) | -0,054 (0,058) | -0,047 (0,057) | -0,052 (0,059) | -0,053 (0,057) | -0,001 (0,041) | -0,001 (0,039) | -0,004 (0,041) | -0,004 (0,040) |
| <i>PIB per capita</i> | -0,002 (0,007) | -0,002 (0,006) | -0,002 (0,007) | -0,003 (0,006) | -0,013* (0,008) | -0,011 (0,007) | -0,013* (0,008) | -0,012* (0,007) | -0,005 (0,004) | -0,005 (0,004) | -0,005 (0,003) | -0,005 (0,004) |
| <i>P&D privado</i> | 9,7e-05 (6,5e-05) | 6,2e-05 (5,7e-05) | 9,7e-05 (6,6e-05) | 8,2e-05 (5,7e-05) | 4,9e-05 (7,4e-05) | 3,3e-05 (7,0e-05) | 4,7e-05 (7,4e-05) | 4,1e-05 (7,1e-05) | 1,2e-05 (6,3e-05) | 1,1e-05 (5,9e-05) | 2,1e-05 (6,2e-05) | 1,8e-05 (6,2e-05) |
| <i>P&D universitário</i> | -0,001** (0,001) | -0,001*** (0,000) | -0,001** (0,000) | -0,001*** (0,000) | 9,4e-06 (0,001) | -0,000 (0,001) | 9,2e-06 (0,001) | -0,000 (0,001) | -0,001** (0,000) | -0,001*** (0,000) | -0,001** (0,000) | -0,001*** (0,000) |

Tabela 3. Efeitos individuais, regionais e de proximidade geográfica sobre o desempenho de inventores na rede de coinvenção do Brasil.
Modelo hierárquico com defasagens das variáveis do nível regional (2000-2012).

(Continua)

| Variáveis | 2000-2003 | | | | 2004-2007 | | | | 2008-2012 | | | |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) |
| <i>Escala de inventor</i> | 0,007 (0,372) | 0,109 (0,346) | 0,002 (0,371) | 0,061 (0,352) | 0,634 (0,414) | 0,570 (0,409) | 0,642 (0,416) | 0,624 (0,409) | 0,203 (0,357) | 0,218 (0,341) | 0,227 (0,351) | 0,276 (0,343) |
| <i>Densidade de ligações locais</i> | -0,004 (0,010) | -0,003 (0,010) | -0,004 (0,010) | -0,003 (0,010) | -0,039** (0,017) | -0,040** (0,017) | -0,039** (0,017) | -0,040** (0,017) | 0,065** (0,026) | 0,065** (0,028) | 0,065** (0,026) | 0,065** (0,027) |
| <i>W₂(Metrópole)</i> | -0,109 (0,105) | -0,097 (0,102) | -0,111 (0,105) | -0,090 (0,103) | -0,206* (0,115) | -0,209* (0,113) | -0,207* (0,116) | -0,204* (0,113) | -0,001 (0,104) | -0,004 (0,105) | 0,002 (0,104) | -0,003 (0,104) |
| <i>W₂(PIB per capita)</i> | 0,009** (0,005) | 0,008* (0,004) | 0,009** (0,005) | 0,008** (0,004) | 0,016** (0,007) | 0,015** (0,007) | 0,016** (0,007) | 0,016** (0,007) | 0,003 (0,003) | 0,004 (0,003) | 0,004 (0,003) | 0,004 (0,003) |
| <i>W₂(P&D privado)</i> | -0,000 (7,8e-05) | -0,000 (7,3e-05) | -0,000 (7,9e-05) | -0,000 (7,3e-05) | -0,000* (0,000) | -0,000* (0,000) | -0,000* (0,000) | -0,000* (0,000) | -9,4e-05 (0,000) | -9,8e-05 (0,000) | -9,9e-05 (0,000) | -0,000 (0,000) |
| <i>W₂(P&D universitário)</i> | -0,001 (0,0011) | -0,000 (0,001) | -0,001 (0,001) | -0,000 (0,001) | -0,000 (0,001) | -0,000 (0,001) | -0,000 (0,001) | -0,000 (0,001) | 0,000 (0,001) | 0,000 (0,001) | 0,000 (0,001) | 0,000 (0,001) |
| <i>W₂(Escala de inventor)</i> | 0,502 (1,139) | 0,345 (1,078) | 0,486 (1,146) | 0,357 (1,089) | 2,149 (2,493) | 1,678 (2,499) | 2,160 (2,497) | 1,994 (2,440) | -0,468 (2,097) | -0,378 (2,082) | -0,368 (2,043) | -0,239 (2,069) |
| <i>W₂(Dens. de ligações locais)</i> | 0,005 (0,009) | 0,005 (0,008) | 0,005 (0,009) | 0,005 (0,008) | 0,046*** (0,016) | 0,042*** (0,015) | 0,047*** (0,016) | 0,045*** (0,016) | 0,033 (0,042) | 0,033 (0,043) | 0,034 (0,042) | 0,034 (0,043) |
| Constante | -0,263** (0,104) | -0,219** (0,100) | -0,262** (0,105) | -0,230** (0,102) | -0,143 (0,095) | -0,113 (0,090) | -0,143 (0,095) | -0,117 (0,092) | -0,108 (0,082) | -0,066 (0,080) | -0,113 (0,081) | -0,070 (0,080) |
| σ_{e0}^2 | 0,033 (0,021) | 0,024 (0,015) | 0,034 (0,020) | 0,024 (0,015) | 0,047 (0,023) | 0,045 (0,022) | 0,047 (0,023) | 0,045 (0,021) | 0,031 (0,015) | 0,031 (0,016) | 0,031 (0,015) | 0,032 (0,015) |
| σ_{u0}^2 | 0,026 (0,014) | 0,018 (0,010) | 0,026 (0,014) | 0,018 (0,010) | 0,033 (0,014) | 0,031 (0,013) | 0,034 (0,014) | 0,031 (0,013) | 0,023 (0,010) | 0,021 (0,011) | 0,022 (0,010) | 0,022 (0,011) |
| AIC | 14466,74 | 14347,27 | 14467,79 | 14366,42 | 18559,65 | 18499,5 | 18560,57 | 18512,42 | 30966,65 | 30672,46 | 30933,67 | 30773,57 |
| BIC | 14597,98 | 14485,07 | 14605,59 | 14504,22 | 18695,2 | 18641,82 | 18702,9 | 18654,75 | 31111,97 | 30825,04 | 31086,25 | 30926,15 |
| Wald | 8122,34 | 10115,83 | 11256,75 | 8764,72 | 4533,29 | 3696,96 | 5363,71 | 3934,31 | 2204,91 | 2354,36 | 2294,33 | 2126,43 |
| N observações | 5.230 | 5.230 | 5.230 | 5.230 | 6.485 | 6.485 | 6.485 | 6.485 | 10.569 | 10.569 | 10.569 | 10.569 |
| N grupos | 171 | 171 | 171 | 171 | 200 | 200 | 200 | 200 | 254 | 254 | 254 | 254 |

1) Erros padrões robustos são representados em parênteses. 2) *, **, *** nos resultados representam respectivamente a significância com 90, 95 e 99% de confiança.

3) A variável dependente que mede o desempenho inventivo do inventor é dada pelo total de patentes do mesmo no período de análise considerado.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) de acordo com os resultados da base de dados e *mepoisson* respeitando a distribuição da variável dependente.

4.5 CONCLUSÕES

Este artigo buscou compreender os determinantes individuais e regionais do desempenho tecnológico de inventores por meio de um modelo hierárquico de dois níveis. Como diferencial, considera a possibilidade de coexistir efeitos multi-escalares e de proximidades relacionais e geográficas nos resultados. Os efeitos de proximidades são investigados por meio de defasagem das variáveis explicativas de ambos os níveis, individual e regional. A matriz de proximidade geográfica considera a relevância da geografia mesmo na perspectiva de redes, identificando os possíveis efeitos de externalidades de regiões vizinhas no desempenho dos inventores na rede. A proximidade relacional investiga se as colaborações diretas com *gatekeepers* afetando no desempenho inventivo de seus parceiros na rede. Além disso, considerando que não há uma medida universal de *gatekeeper* na literatura e a relevância deles na rede, este artigo usa diferentes métricas, inclusive considerando as ligações únicas e não redundantes destes inventores.

A análise de variância sugere que o desempenho inventivo de coinventores na rede é mais explicado pelas características de nível individual do que de nível regional. Somado a isso, os demais resultados apontam que possuir conhecimento tecnológico diversificado, estar inserido na indústria e receber maiores salários sejam características associadas a um maior desempenho inventivo na rede. Esses resultados validam a *Hipótese 1* de que as características individuais dos inventores estejam associadas a seu desempenho inventivo. Evidências de que o conhecimento em alta tecnologia tem ganhado relevância em períodos mais recentes corroboram a ideia de que as inovações têm incorporado cada vez mais conhecimentos mais complexos. Ademais, todas as medidas de *gatekeepers* consideradas na pesquisa obtiveram associação positiva em relação ao desempenho do inventor na rede, podendo concluir que o posicionamento do inventor na rede como *gatekeeper* colabora com o seu desempenho inventivo, validando a também a *Hipótese 2*.

Ao se analisar a espacialidade dos *gatekeepers* nas regiões brasileiras, é possível identificar que estes tendem a se localizar principalmente nas regiões do sul e sudeste do Brasil, com exceção dos *gatekeepers* com mais colaborações externas dos que locais (*gatekeeper 2*) que possuem maior dispersão geográfica. Todavia, em todas as medidas de *gatekeepers* consideradas foi possível identificar que os *gatekeepers* são mais inventivos no sudeste do Brasil, sugerindo que os aspectos regionais não devem ser ignorados.

Os demais resultados dos modelos investigados também validam a *Hipótese 3* de que as características das regiões têm associação com o desempenho dos inventores. Dentre os aspectos regionais considerados relevantes para o maior desempenho dos inventores na rede, notam-se a relevância da densidade de ligações locais e a escala de inventor da região. Os resultados sugerem que inventores inseridos em regiões periféricas, que estão fora de regiões metropolitanas e com baixo desenvolvimento econômico e investimentos em P&D, também possam obter bom desempenho inventivo por meio da estrutura de redes de coinvenção.

A pesquisa também possibilitou investigar os efeitos de proximidade relacional com *gatekeepers* ao longo do tempo. Os resultados sugerem que colaborações diretas com *gatekeepers* que possuem mais colaborações externas do que locais tem efeito negativo sobre o desempenho inventivo de seus parceiros nos períodos primordiais da análise. E, em oposição, a proximidade relacional identificada por colaborações diretas com *gatekeepers* classificados como intermediadores de conhecimentos locais e externos ressaltam efeitos positivos no desempenho inventivo de seus parceiros em períodos mais recentes. Os resultados por serem contrastantes em termos de sinais não permitem validar integralmente a *Hipótese 4*, pois dependem da medida de *gatekeeper* utilizada. Porém, os resultados sugerem que a proximidade relacional com *gatekeepers* e o acesso a conhecimentos distintos ganharam relevância ao longo do tempo. Esse fato pode estar associado a maior complexidade das atuais atividades inventivas e da maior necessidade em adquirir e interagir conhecimentos distintos para superar barreiras tecnológicas.

Por fim, foi possível investigar e validar a *Hipótese 5* associada à existência de efeitos de proximidade geográfica e de transbordamento de externalidades de regiões próximas sobre o desempenho inventivo dos inventores na rede. Os resultados obtidos sugerem que o desempenho inventivo dos inventores na rede é afetado positivamente pela proximidade com regiões com maior desenvolvimento econômico e com maior densidade de ligações locais. Regiões com alta densidade de ligações locais podem buscar colaborar mais com parceiros externos de regiões próximas a fim de adquirir novos conhecimentos e evitar o *lock-in* tecnológico regional. Ademais, há evidências de que haja efeitos negativos sobre o desempenho dos inventores na rede provenientes da proximidade com regiões metropolitanas e com maior investimento em P&D privado. O que pode ser entendido como o aumento de centralidade de regiões com maior capital humano pela atração de maiores colaborações, diminuindo, assim, a centralidade de regiões vizinhas na rede.

Cabe destacar que os resultados obtidos pela presente pesquisa se limitam a compreensão do desempenho de inventores brasileiros inseridos na rede de copatenteamento do país. Como investigações futuras deve haver ampliação da investigação do âmbito regional para análise de colaborações internacionais a fim de haver maior compreensão sobre a complementariedade e substituição dos efeitos de proximidade na rede ao longo dos anos. Sugere ainda novas pesquisas direcionadas a compreender se uma vez que agentes ou regiões colaboram em atividades inventivas esta relação tende a se manter ao longo dos anos e quais os tipos tecnologias e instituições que tendem a colaborar a maiores distâncias geográficas.

4.6 REFERÊNCIAS

- ACS, Z. J.; ANSELIN, L.; VARGA, A. Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. **Research policy**, v. 31, n. 7, p. 1069-1085, 2002.
- AGRAWAL, A.; COCKBURN, I; MCHALE John. Gone but not forgotten: knowledge flows, labor mobility, and enduring social relationships. **Journal of Economic Geography** v.6, n.5 , p. 571-591, 2006.
- ALLEN, T. J. Communication networks in R&D laboratories. **R&D Management**. v.1, n.1, p. 14-21, 1970.
- ALLEN, T. J.; COHEN, S. I. Information flow in research and development laboratories, **Administrative Science Quarterly**, n. 14, p. 12–19, 1969.
- ALMEIDA, E. **Econometria espacial**. Campinas–SP. Alínea, 2012.
- ANSELIN, L. CHAPTER EIGHT The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. **Spatial analytical**, v. 4, p. 121, 1996.
- ARAÚJO, B. C.; CAVALCANTE L. R.; ALVES P. Variáveis *proxy* para os gastos empresariais em inovação com base no pessoal ocupado técnico-científico disponível na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, v. 5, p 16-21, 2009.
- ARCAYA, M.; SUBRAMANIAN, S. V. Ecological inferences and multilevel studies. **Handbook of Regional Science**, p. 1335-1363, 2014.
- ARTS, S.; VEUGELERS, R. Technology familiarity, recombinant novelty, and breakthrough invention. **Industrial and Corporate Change**, v. 24, n. 6, p.1215-1246, 2015.
- AUDRETSCH, D. B.; FELDMAN, M. P. R&D spillovers and the geography of innovation and production. **The American Economic Review**, v. 86, n.3, p. 630–640, 1996.
- BATHELT, H.; MALMBERG, A.; MASKELL, P. Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation, **Progress in Human Geography**, v. 28, n. 1, p. 31–56, 2004.

- BEISE, M.; STAHL, H. Public research and industrial innovations in Germany. **Research policy**, v. 28, n. 4, p. 397-422, 1999.
- BETTENCOURT, L.; LOBO, J.; HELBING, D.; KÜHNERT, C; WEST, G. B. Growth, innovation, scaling, and the pace of life in cities. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.104, n. 17, p. 7301–7306, 2007.
- BOSCHMA, R. Role of Proximity in Interaction and Performance: Conceptual and Empirical Challenges. **Regional Studies: The Journal of the Regional Studies Association**, v. 39, n. 1, p. 41-45, 2005.
- BRESCHI, S; CATALINI, C. Tracing the links between science and technology: An exploratory analysis of scientists' and inventors' networks. **Research Policy**, v. 39, n. 1, p. 14-26, 2010.
- BRESCHI, S.; LENZI, C. The Role of External Linkages and Gatekeepers for the Renewal and Expansion of US Cities' Knowledge Base, 1990 – 2004, **Regional Studies**, v.49, n.5, p. 782-797, 2015.
- BROEKEL, T.; FORNAHL, D.; MORRISON, A. Another cluster premium: Innovation subsidies and R&D collaboration networks. **Research policy**, v. 44, n. 8, p. 1431-1444, 2015.
- BUTTS, C. T. sna: Tools for Social Network Analysis. R package version 1.5, 2007.
- BUTTS, C. T.; HANDCOCK, M. S.; HUNTER, D. R. Network: classes for relational data. R package version 1.7-1, 2012.
- CARLINO, G. A.; CHATTERJEE, S.; HUNT, R. M. Urban density and the rate of invention. **Journal of Urban Economics**, v. 61, n. 3, p. 389-419, 2007.
- CAVALCANTE, L. R.; UDERMAN, S. Science, technology and innovation policies in the regional development of Brazil. **The Regional Impact of National Policies**. Edward Elgar Publishing, 2012.
- CLIFF, A.; OORD, J. K. **Spatial autocorrelation**. Londres: Pion, 1973.
- COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. **Administrative science quarterly**, p. 128-152, 1990.
- CORRADO, L.; FINGLETON, B. Multilevel modelling with spatial effects. **Discussion paper**. University of Strathclyde, Glasgow, 2011.
- COUPÉ, T. Science is Golden: Academic R&D and University Patents. **Journal of Technology Transfer**. v.28, n.1, p. 31-46, 2003.
- CRESCENZI, R.; NATHAN, M.; RODRÍGUEZ-POSE, A. Do inventors talk to strangers? On proximity and collaborative knowledge creation. **Research Policy**, v. 45, n. 1, p. 177-194, 2016.

- DE ARAÚJO, I. F.; GONÇALVES, E.; TAVEIRA, J. G. The Role of Patent Co-inventorship Networks in Regional Inventive Performance. **International Regional Science Review**, v. 42, n. 3-4, p. 235-280, 2019.
- DEBARSY, N.; LESAGE, J. Flexible dependence modeling using convex combinations of different types of connectivity structures. **Regional Science and Urban Economics**, v. 69, p. 48-68, 2018.
- DING, W.; LEVIN, S.; STEPHAN, P.; WINKLER, A. **The impact of information technology on academic scientists' productivity and collaboration patterns**. *Management Science* v.56, n.9, p.1439-1461, 2010.
- DOTTI, N. F.; SPITHOVEN, A. Spatial perspectives on knowledge brokers: Evidence from Brussels. **Environment and Planning A**, v. 49, n. 10, p. 2203-2222, 2017.
- EJERMO, O.; KARLSSON, C. Interregional inventor networks as studied by patent coinventorships. **Research Policy**, v. 35, n. 3, p. 412-430, 2006.
- EVERETT, M. G.; BORGATTI, S. P. Categorical attribute based centrality: E–I and G–F centrality. **Social Networks**, v. 34, n. 4, p. 562-569, 2012.
- FELDMAN, M. P. **The geography of innovation**. Springer Science & Business Media, v.2, 1994.
- FLEMING, L., KING, C.; JUDA, A. I. Small worlds and regional innovation. **Organization Science**, v. 18, p. 938–954, 2007.
- FRENKEN, K.; HOEKMAN, J.; KOK, S.; PONDS, R; VAN OORT, F.; VAN VLIET, J. Death of distance in science? A gravity approach to research collaboration. **Innovation Networks**, *Understanding Complex Systems*, p. 43-57, 2009.
- FRITSCH, M.; TITZE, M.; PIONTEK, M. Identifying cooperation for innovation—a comparison of data sources. **Industry and Innovation**, p. 1-30, 2019.
- GARCIA, R.; ARAUJO, V. D. C.; MASCARINI, S.; SANTOS, E. G. Efeitos da qualidade da pesquisa acadêmica sobre a distância geográfica das interações universidade-empresa. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v.44, n.1, p. 105-132, 2014.
- GIULIANI, Elisa. Role of technological gatekeepers in the growth of industrial clusters: Evidence from Chile. **Regional Studies**, v. 45, n. 10, p. 1329-1348, 2011.
- GIULIANI, E.; BELL, M. 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.
- GOLDSTEIN, H. **Multilevel statistical models**. v. 922. John Wiley & Sons, 2011.
- GONÇALVES, E. O padrão espacial da atividade inovadora brasileira: uma análise exploratória. **Estudos Econômicos**, v. 37, n.2, p. 405-433, 2007.
- GONÇALVES, E.; ALMEIDA, E. S. Innovation and Spatial Knowledge Spillovers: Evidence from Brazilian Patent Data. **Regional Studies**, v. 43, p. 513–528, 2009.
- GONÇALVES, E.; DE OLIVEIRA, P. M.; ALMEIDA, E. Spatial determinants of inventive capacity in Brazil: the role of inventor networks. **Spatial Economic Analysis**, p. 1-22, 2019.

GOULD, R. V.; FERNANDEZ, R. M. Structures of mediation: a formal approach to brokerage in transaction networks. **Sociological Methodology**, v. 19, p. 89-126, 1989.

GRAF, H. Gatekeepers in regional networks of innovators. **Cambridge Journal of Economics**, n. 35, p. 173–198, 2011.

GRAF, H.; KRUGER, J. J. The performance of gatekeepers in innovator networks. **Industry and Innovation**, v. 18, n. 1, p. 69-88, 2011.

GRILICHES, Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth, **The Bell Journal of Economics**. v.10, n. 1, p.92-116, 1979

GRILICHES, Z. Patent statistics as economic indicators: A survey. **Journal of Economic Literature**, v. 28, n. 4, p. 1661-1707, 1990.

HOEKMAN, J.; FRENKEN, K.; VAN OORT, F. The geography of collaborative knowledge production in Europe. **The Annals of Regional Science**, v. 43, n. 3, p. 721-738, 2009.

IBGE. **Regiões de Influência das Cidades**, Rio de Janeiro, Brasil, 2008.

JAFFE, A. B. Real effects of academic research. **The American economic review**, p. 957-970, 1989.

JAFFE, A. B.; TRAJTENBERG, M.; HENDERSON, R. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. **the Quarterly journal of Economics**, v. 108, n. 3, p. 577-598, 1993.

JAROSI, P. Modelling Network Interdependencies of Regional Economies using Spatial Econometric Techniques. **Regional Statistics**, v. 7, n. 01, p. 3-16, 2017.

KELEJIAN, H. H.; PRUCHA, I. R.; YUZEFOVICH, Y. Instrumental variable estimation of a spatial autoregressive model with autoregressive disturbances: Large and small sample results. In: **Spatial and spatiotemporal econometrics**. Emerald Group Publishing Limited, 2004.

KELEJIAN, H. H.; ROBINSON, D. P. Spatial autocorrelation: A new computationally simple test with an application to per capita county police expenditures. **Regional Science and Urban Economics**, v. 22, n. 3, p. 317-331, 1992.

KIM, C.; PARK, J. The global research-and-development network and its effect on innovation. **Journal of International Marketing**, v. 18, n. 4, p. 43-57, 2010.

LE GALLO, J; PLUNKET, A. Regional gatekeepers, inventor networks and inventive performance: spatial and organizational channels. **Research Policy**, v. 49, n.5, 2020.

LESAGE, J. P.; PACE, R. K. Using matrix exponentials to estimate spatial probit/logit models. In: Getis, A.; Múr, J.; Zoller, H. G. **Spatial econometrics and spatial statistics**. Nova York: Palgrave McMillan, 2004.

LI, D.; WEI, Y. D.; WANG, T. Spatial and temporal evolution of urban innovation network in China. **Habitat International**, v. 49, p. 484-496, 2015.

LOBO, J.; STRUMSKY, D. Metropolitan patenting, inventor agglomeration and social networks: a tale of two effects. **Journal of Urban Economics**, v. 63, n. 3, p. 871–884, 2008.

MAGGIONI, M. A.; UBERTI, T. E. Inter-regional knowledge flows in Europe: an econometric analysis. **Chapters**, 2007.

MAREK, D.; BLAZEK, J. The challenge of breaking the academia–business firewall in Czechia: comparing the role of differentiated knowledge bases in collaborative R&D projects. **European Planning Studies**, v. 24, n. 4, p. 809-831, 2016.

MIGUÉLEZ, E.; MORENO, R. Research networks and inventors' mobility as drivers of innovation: evidence from Europe. **Regional Studies**, v. 47, n. 10, p. 1668-1685, 2013.

MORCEIRO, P.; FARIA, L., FORNARI, V., GOMES, R. Why not low-technology?. In: **Conference Presentation 9th Globelics Conference**. p. 15-17, 2011.

MORENOFF, J. D. Neighborhood mechanisms and the spatial dynamics of birth weight. **American journal of sociology**. v.108, n.5, p. 976-1017, 2003.

MORESCALCHI, A.; Pammolli, F.; Penner, O.; Petersen, A. M.; Riccaboni, M. The evolution of networks of innovators within and across borders: Evidence from patent data. **Research Policy**, v. 44, n. 3, p. 651-668, 2015.

MORRISON, Andrea. Gatekeepers of knowledge within industrial districts: who they are, how they interact. **Regional Studies**, v. 42, n. 6, p. 817-835, 2008.

MORRISON, A.; RABELLOTI, R.; ZIRULIA L. When do global pipelines enhance the diffusion of knowledge in clusters? **Economic Geography**, v.89 n.1, p. 77-96, 2013.

NILSSON, M.; MATTES, J. The spatiality of trust: Factors influencing the creation of trust and the role of face-to-face contacts. **European Management Journal**. v.33, n.4, p.230-244, 2015.

NONAKA, I.; KONNO, N. The concept of “Ba”: Building a foundation for knowledge creation. **California management review**, v. 40, n. 3, p. 40-54, 1998.

Ó HUALLACHÁIN, B.; KANE, K.; KENYON, S. Invention in the United States city system. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 105, n. 6, p. 1300-1323, 2015.

OLIVEIRA, V. P.; DE CASTRO GARCIA, R.; BACIC, M. J. Fatores direcionadores da cooperação de pequenas e médias empresas com a universidade: evidências a partir de quatro estudos de caso. **Revista Econômica**, v. 20, n. 2, 2019.

OLSSON, Ola. Knowledge as a set in idea space: An epistemological view on growth. **Journal of economic growth**, v. 5, n. 3, p. 253-275, 2000.

PACIR.; MARROCU E.; USAI S. The complementary effects of proximity dimensions on knowledge spillovers, **Spatial Economic Analysis**, v.9 n.1, p. 9-30, 2014.

PAKES, A.; GRILICHES, Z. Estimating distributed lags in short panels with an application to the specification of depreciation patterns and capital stock constructs. **The Review of Economic Studies**, v. 51, n. 2, p. 243-262, 1984.

PIAZZA, M.; MAZZOLA, E.; ABBATE, L.; PERRONE, G. Network position and innovation capability in the regional innovation network. **European Planning Studies**, n. 27, v. 9, p. 1857-1878, 2019.

PIRES, D. de S. J. NÚCLEOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E EMPRESAS: UM MODELO DE INTERAÇÃO POR MEIO DOS AGENTES LOCAIS DE INOVAÇÃO. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.

REIS, R. C.; GONÇALVES E.; TAVEIRA J. G. Determinantes das colaborações inventivas nas redes brasileiras de copatenteamento inter-regional e internacional. **Revista Brasileira de Inovação**. v.17 n.2 p. 287-316, 2018.

RICE, N.; JONES, A. M.; GOLDSTEIN, H. Multilevel models where the random effects are correlated with the fixed predictors. **Centre for Health Economics, University of York, York**, 2002.

ROMER, P. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, v. 98, p. 71-102, 1990.

ROTHWELL, R.; FREEMAN, C.; HORLSEY, A.; JERVIS, V. T. P.; ROBERTSON, A. B.; TOWNSEND, J. SAPPHO updated-project SAPPHO phase II. **Research policy**, v.3, n.3, p. 258-291, 1974.

SCHERNGELL, T.; LATA, R. Towards an integrated European Research Area? Findings from Eigenvector spatially filtered spatial interaction models using European Framework Programme data. **Papers in Regional Science**, v. 92, n. 3, p. 555-577, 2013.

SCHMOCH, Uh. Concept of a technology classification for country comparisons. **Final report to the world intellectual property organisation (wipo)**, WIPO, 2008.

SINGH, J. Collaborative networks as determinants of knowledge diffusion patterns. **Management science**, v. 51, n. 5, p. 756-770, 2005.

SINGH, J.; FLEMING, L. Lone inventors as sources of breakthroughs: myth or reality? **Management Science**, v. 56, n. 1, p. 41-56, 2010.

SMITH, K. **What is the 'knowledge economy' ? Knowledge-intensive industries and distributed knowledge bases**. Sydney, Australia: AEGIS, University of Western Sydney, p. 15-17, 2000.

SRHOLEC, M. A multilevel approach to geography of innovation. **Regional Studies** v.44, n.9, p. 1207-1220, 2010.

STEPHEN, R.; ANTHONY, B. **Hierarchical linear models**. Sage Publications, London. 2002.

STORPER, M.; VENABLES, A. J. Buzz: face-to-face contact and the urban economy. **Journal of economic geography**, v. 4, n. 4, p. 351-370, 2004.

STRUMSKY, D.; THILL, J. C. Profiling US metropolitan regions by their social research networks and regional economic performance. **Journal of Regional Science**, v. 53, p. 813–833, 2013.

TEIXEIRA, A. L. da S. Determinantes Organizacionais e Especificidades da Capacidade de Absorção de Firmas no Brasil. **Tese de doutorado**. Universidade Federal de Minas Gerais. 2019.

TER WAL, A. L. J.; CRISCUOLO, P.; SALTER, A. Making a marriage of materials: The role of gatekeepers and shepherds in the absorption of external knowledge and innovation performance. **Research Policy**, v. 46, n. 5, p. 1039-1054, 2017.

TORRE, A. On the role played by temporary geographical proximity in knowledge transmission. **Regional studies**, v. 42, n. 6, p. 869-889, 2008.

TRANOS, E. The causal effect of the internet infrastructure on the economic development of European city regions. **Spatial Economic Analysis**, v. 7, n. 3, p. 319-337, 2012.

TUSHMAN, M. L.; SCANLAN, T. J. Characteristics and external orientations of boundary spanning individuals. **Academy of Management Journal**, v. 24, n. 1, p. 83-98, 1981.

WANZENBOECK, I.; SCHERNGELL, T.; BRENNER, T. Embeddedness of regions in European knowledge networks: a comparative analysis of inter-regional R&D collaborations, co-patents and co-publications. **The Annals of Regional Science**, v. 53, n. 2, p. 337-368, 2014.

WEITZMAN, M. L. Recombinant growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 113, n. 2, p. 331-360, 1998.

VARGA, A. **University research and regional innovation: a spatial econometric analysis of academic technology transfers**. Springer Science & Business Media, 1998.

VERMEULEN, B.; PYKA, A. The role of network topology and the spatial distribution and structure of knowledge in regional innovation policy: a calibrated agent-based model study. **Computational Economics**, v. 52, n. 3, p. 773-808, 2018.

APÊNDICE

Tabela A1. Estatísticas *I de Moran* para as variáveis explicativas do nível de inventor e regional do modelo hierárquico

| VARIÁVEIS | 2000-2003 | 2004-2007 | 2008-2012 |
|--|--|---------------------|---------------------|
| NÍVEL DO INVENTOR | ESTATÍSTICAS <i>I DE MORAN</i> (Matriz Relacional W_1) | | |
| <i>Gatekeeper 1</i> | -0,019 (0,016) | 0,004 (0,014) | -0,003 (0,010) |
| <i>Gatekeeper 2</i> | -0,014 (0,016) | 0,026* (0,014) | -0,015 (0,010) |
| <i>Gatekeeper 3</i> | -0,011 (0,016) | 0,012 (0,014) | 0,002 (0,010) |
| <i>Conhecimento em alta tecnologia</i> | 0,006 (0,016) | -0,013 (0,014) | -0,002 (0,010) |
| <i>Instituição de Ensino</i> | 0,003 (0,010) | -0,009 (0,014) | 0,008 (0,100) |
| <i>Instituição Pública</i> | 0,008 (0,016) | 0,001 (0,014) | -0,004 (0,010) |
| <i>Indústria</i> | -0,008 (0,016) | 0,011 (0,014) | 0,001 (0,010) |
| <i>Diversificação Tecnológica</i> | 0,008 (0,016) | -0,012 (0,014) | 0,008 (0,010) |
| NÍVEL REGIONAL | ESTATÍSTICAS <i>I DE MORAN</i> (Matriz Distância inversa W_2) | | |
| <i>Metrópole</i> | 0,017*** (0,009) | 0,013*** (0,008) | -0,000 (0,006) |
| <i>P&D universitário</i> | 0,031*** (0,008) | 0,027*** (0,007) | 0,014*** (0,004) |
| <i>P&D privado</i> | 0,037*** (0,009) | 0,026*** (0,008) | 0,035*** (0,006) |
| <i>PIB per capita</i> | 0,075*** (0,009) | 0,094*** (0,008) | 0,143*** (0,007) |
| <i>Densidade de ligações locais</i> | 0,003 (0,005) | -0,005 (0,005) | 0,018*** (0,006) |
| <i>Escala de inventores</i> | -0,002 (0,005) | -0,000 (0,004) | 0,017*** (0,007) |

1) Erros padrões são representados em parênteses.

2) *, **, *** representam respectivamente a significância com 90, 95 e 99% de confiança.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) por meio dos resultados obtidos pelo *software R* e estatísticas *I de Moran*.

Tabela A2. Efeitos individuais e regionais no desempenho de inventores com mais de uma patente na rede de coinvenção do Brasil. Período 2000-2012.

| Variáveis | 2000-2003 | | | | 2004-2007 | | | | 2008-2012 | | | |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) |
| <i>Conhecimento em alta tec.</i> | -0,017 (0,061) | -0,039 (0,052) | -0,006 (0,062) | -0,040 (0,053) | -0,071 (0,055) | -0,081 (0,055) | -0,071 (0,056) | -0,078 (0,056) | 0,047* (0,026) | 0,021 (0,0253) | 0,042 (0,027) | 0,036 (0,025) |
| <i>Conhecimento diversificado</i> | 0,352*** (0,008) | 0,349*** (0,008) | 0,339*** (0,009) | 0,346*** (0,007) | 0,316*** (0,0207) | 0,303*** (0,019) | 0,316*** (0,021) | 0,304*** (0,019) | 0,245*** (0,016) | 0,232*** (0,015) | 0,244*** (0,016) | 0,234*** (0,015) |
| <i>Instituição de Ensino</i> | -0,082** (0,035) | -0,113*** (0,036) | -0,087** (0,035) | -0,123*** (0,041) | -0,090* (0,047) | -0,116** (0,052) | -0,091* (0,047) | -0,108** (0,048) | 0,000 (0,037) | -0,031 (0,040) | -0,005 (0,039) | -0,024 (0,036) |
| <i>Instituição Pública</i> | -0,141** (0,062) | -0,145** (0,058) | -0,152** (0,066) | -0,147** (0,058) | -0,140*** (0,041) | -0,150*** (0,041) | -0,141*** (0,040) | -0,153*** (0,041) | -0,002 (0,043) | 0,005 (0,043) | -0,001 (0,043) | 0,011 (0,043) |
| <i>Indústria</i> | 0,060 (0,054) | 0,082* (0,046) | 0,046 (0,054) | 0,089** (0,045) | 0,074 (0,045) | 0,081* (0,043) | 0,073 (0,045) | 0,079* (0,044) | 0,111*** (0,037) | 0,117*** (0,038) | 0,110*** (0,037) | 0,117*** (0,038) |
| <i>Salário</i> | 0,005*** (0,001) | 0,005*** (0,001) | 0,005*** (0,002) | 0,005*** (0,001) | 0,003** (0,001) | 0,003** (0,001) | 0,003** (0,001) | 0,003** (0,001) | 0,002*** (0,001) | 0,001* (0,001) | 0,002*** (0,001) | 0,001* (0,001) |
| <i>Gatekeeper 1</i> | | 0,005*** (0,001) | | | | 0,267*** (0,092) | | | | 0,320*** (0,050) | | |
| <i>Gatekeeper 2</i> | | | 0,227** (0,110) | | | | 0,020 (0,041) | | | | 0,113*** (0,038) | |
| <i>Gatekeeper 3</i> | | | | 0,428*** (0,080) | | | | 0,296*** (0,094) | | | | 0,360*** (0,059) |
| <i>Metrópole</i> | -0,127** (0,062) | -0,110* (0,059) | -0,119* (0,062) | -0,105* (0,060) | -0,115* (0,060) | -0,109* (0,059) | -0,114* (0,061) | -0,116* (0,059) | 0,003 (0,038) | 0,008 (0,038) | 0,005 (0,038) | 0,004 (0,038) |
| <i>PIB per capita</i> | 0,012* (0,007) | 0,0108* (0,006) | 0,013* (0,007) | 0,010 (0,006) | -0,007 (0,007) | -0,006 (0,007) | -0,007 (0,007) | -0,007 (0,007) | 0,003 (0,004) | 0,003 (0,004) | 0,002 (0,004) | 0,002 (0,004) |
| <i>P&D privado</i> | -2,1e-05 (7,5e-05) | -5,1e-05 (7,7e-05) | -2,2e-05 (7,3e-05) | -3,5e-05 (7,6e-05) | -6,3e-05 (7,7e-05) | -8,7e-05 (8,2e-05) | -6,6e-05 (7,7e-05) | -7,9e-05 (8,0e-05) | -0,000*** (6,3e-05) | -0,000*** (6,4e-05) | -0,000*** (6,3e-05) | -0,000*** (6,4e-05) |
| <i>P&D universitário</i> | -0,001*** (0,000) | -0,001*** (0,000) | -0,002*** (0,000) | -0,001*** (0,000) | 8,7e-05 (0,000) | -3,3e-05 (0,000) | 8,9e-05 (0,000) | -9,6e-05 (0,000) | -0,000 (0,0004) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) |

Tabela A2. Efeitos individuais e regionais no desempenho de inventores com mais de uma patente na rede de coinvenção do Brasil. Período 2000-2012

(Continua)

| <i>Variáveis</i> | 2000-2003 | | | | 2004-2007 | | | | 2008-2012 | | | |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) |
| <i>Escala de inventor</i> | 0,226 (0,240) | 0,316 (0,234) | 0,194 (0,253) | 0,288 (0,236) | 0,735** (0,372) | 0,755** (0,372) | 0,745** (0,366) | 0,760** (0,372) | 0,724*** (0,267) | 0,737*** (0,270) | 0,739*** (0,269) | 0,747*** (0,263) |
| <i>Densidade de ligações locais</i> | 0,003 (0,008) | 0,004 (0,008) | 0,004 (0,008) | 0,004 (0,008) | -0,021 (0,015) | -0,021 (0,014) | -0,021 (0,015) | -0,021 (0,014) | 0,054* (0,029) | 0,055* (0,030) | 0,055* (0,029) | 0,055* (0,029) |
| Constante | 0,340*** (0,075) | 0,365*** (0,075) | 0,356*** (0,073) | 0,371*** (0,075) | 0,633*** (0,095) | 0,667*** (0,091) | 0,634*** (0,096) | 0,667*** (0,091) | 0,687*** (0,058) | 0,708*** (0,057) | 0,682*** (0,058) | 0,716*** (0,056) |
| Variância | 0,030 (0,018) | 0,023 (0,014) | 0,032 (0,020) | 0,0225 (0,013) | 0,022 (0,129) | 0,023 (0,119) | 0,023 (0,129) | 0,022 (0,119) | 0,024 (0,015) | 0,024 (0,017) | 0,024 (0,015) | 0,025 (0,016) |
| AIC | 6024,36 | 5980,04 | 6008,78 | 5972,37 | 8481,57 | 8440,64 | 8483,37 | 8441,78 | 13786,38 | 13658,68 | 13776,45 | 13676,55 |
| BIC | 6099,54 | 6060,59 | 6089,33 | 6052,91 | 8561,41 | 8526,18 | 8568,91 | 8527,32 | 13872,90 | 13751,38 | 13869,15 | 13769,25 |
| Wald | 8073,20 | 6413,14 | 9007,89 | 6166,21 | 451,33 | 373,96 | 501,32 | 402,49 | 473,86 | 519,98 | 533,03 | 509,06 |
| N observações | 1.588 | 1.588 | 1.588 | 1.588 | 2.214 | 2.214 | 2.214 | 2.214 | 3.569 | 3.569 | 3.569 | 3.569 |
| N grupos | 121 | 121 | 121 | 121 | 128 | 128 | 128 | 128 | 169 | 169 | 169 | 169 |

1) Erros padrões robustos são representados em parênteses.

2) *, **, *** nos resultados representam respectivamente a significância com 90, 95 e 99% de confiança.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) de acordo com os resultados da base de dados e *mepoisson* respeitando a distribuição da variável dependente de desempenho inventivo do inventor dado pelo total de patentes (maior do que 1) do mesmo no período de análise considerado.

Tabela A3. Efeitos individuais e regionais no desempenho de inventores na rede de coinvenção localizados no Sul e Sudeste do Brasil. Período (2000-2012)

| Variáveis | 2000-2003 | | | | 2004-2007 | | | | 2008-2012 | | | |
|--|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) |
| <i>Conhecimento em alta tecnologia</i> | 0,062 (0,066) | 0,033 (0,051) | 0,064 (0,066) | 0,036 (0,054) | -0,073** (0,037) | -0,082** (0,037) | -0,075** (0,037) | -0,079** (0,037) | 0,032 (0,029) | 0,014 (0,029) | 0,026 (0,030) | 0,025 (0,028) |
| <i>Conhecimento diversificado</i> | 0,466*** (0,011) | 0,457*** (0,011) | 0,463*** (0,014) | 0,457*** (0,012) | 0,455*** (0,013) | 0,436*** (0,010) | 0,454*** (0,014) | 0,441*** (0,011) | 0,358*** (0,025) | 0,338*** (0,023) | 0,357*** (0,025) | 0,345*** (0,025) |
| <i>Instituição de Ensino</i> | -0,030 (0,041) | -0,066** (0,027) | -0,031 (0,040) | -0,067** (0,028) | -0,072** (0,036) | -0,092** (0,038) | -0,075** (0,036) | -0,082** (0,035) | 0,001 (0,033) | -0,034 (0,034) | -0,006 (0,035) | -0,021 (0,031) |
| <i>Instituição Pública</i> | -0,083** (0,033) | -0,086*** (0,030) | -0,084** (0,034) | -0,086*** (0,030) | -0,092** (0,038) | -0,093** (0,038) | -0,095*** (0,037) | -0,097*** (0,038) | -0,037 (0,023) | -0,031 (0,023) | -0,033 (0,022) | -0,026 (0,023) |
| <i>Indústria</i> | 0,060 (0,046) | 0,087** (0,037) | 0,058 (0,044) | 0,088** (0,041) | 0,087*** (0,032) | 0,092*** (0,032) | 0,085*** (0,032) | 0,090*** (0,032) | 0,075** (0,030) | 0,084*** (0,030) | 0,074** (0,031) | 0,083*** (0,030) |
| <i>Salário</i> | 0,003*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,003** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,002*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,002*** (0,001) |
| <i>Gatekeeper 1</i> | | 0,547*** (0,047) | | | | 0,330*** (0,098) | | | | 0,475*** (0,076) | | |
| <i>Gatekeeper 2</i> | | | 0,054 (0,124) | | | | 0,055 (0,043) | | | | 0,209*** (0,036) | |
| <i>Gatekeeper 3</i> | | | | 0,582*** (0,070) | | | | 0,323*** (0,112) | | | | 0,466*** (0,102) |
| <i>Metrópole</i> | -0,093* (0,051) | -0,081* (0,047) | -0,094* (0,051) | -0,079 (0,049) | -0,065 (0,048) | -0,063 (0,048) | -0,063 (0,048) | -0,070 (0,048) | -0,037 (0,045) | -0,032 (0,043) | -0,035 (0,045) | -0,036 (0,043) |
| <i>PIB per capita</i> | 0,003 (0,006) | 0,001 (0,006) | 0,003 (0,006) | 3,0e-05 (0,006) | -0,002 (0,007) | -0,002 (0,007) | -0,002 (0,007) | -0,002 (0,007) | 0,003 (0,004) | 0,002 (0,004) | 0,002 (0,004) | 0,002 (0,004) |
| <i>P&D privado</i> | 2,0e-05 (5,9e-05) | -1,9e-06 (5,2e-05) | 2,1e-05 (5,9e-05) | 1,7e-05 (5,4e-05) | -7,0e-05 (8,6e-05) | -7,6e-05 (8,4e-05) | -7,3e-05 (8,6e-05) | -6,7e-05 (8,5e-05) | -0,000* (6,0e-05) | -9,8e-05* (5,8e-05) | -9,3e-05 (5,9e-05) | -9,6e-05 (5,9e-05) |
| <i>P&D universitário</i> | -0,001** (0,000) | -0,001*** (0,000) | -0,001*** (0,000) | -0,001*** (0,000) | 0,001 (0,001) | 0,000 (0,001) | 0,001 (0,001) | 0,000 (0,007) | -0,000 (0,000) | -0,001** (0,000) | -0,001* (0,000) | -0,001** (0,000) |

Tabela A3. Efeitos individuais e regionais no desempenho de inventores na rede de coinvenção localizados no Sul e Sudeste do Brasil. Período 2000-2012

(Continua)

| <i>Variáveis</i> | 2000-2003 | | | | 2004-2007 | | | | 2008-2012 | | | |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) |
| <i>Escala de inventor</i> | 0,024 (0,203) | 0,117 (0,179) | 0,027 (0,204) | 0,061 (0,185) | 0,251 (0,240) | 0,247 (0,237) | 0,259 (0,243) | 0,260 (0,239) | 0,474** (0,195) | 0,443** (0,187) | 0,470** (0,193) | 0,491*** (0,186) |
| <i>Densidade de ligações locais</i> | -0,054 (0,045) | -0,052 (0,049) | -0,053 (0,046) | -0,052 (0,049) | -0,047*** (0,015) | -0,048*** (0,015) | -0,047*** (0,015) | -0,047*** (0,014) | 0,108*** (0,020) | 0,110*** (0,021) | 0,109*** (0,020) | 0,109*** (0,021) |
| Constante | -0,189*** (0,062) | -0,156*** (0,059) | -0,184*** (0,063) | -0,156** (0,061) | -0,109 (0,074) | -0,072 (0,070) | -0,109 (0,074) | -0,077 (0,072) | -0,029 (0,062) | 0,011 (0,060) | -0,032 (0,061) | 0,001 (0,060) |
| Variância | 0,036 (0,022) | 0,025 (0,016) | 0,036 (0,022) | 0,026 (0,016) | 0,046 (0,024) | 0,044 (0,022) | 0,047 (0,024) | 0,044 (0,022) | 0,029 (0,014) | 0,028 (0,015) | 0,029 (0,014) | 0,028 (0,014) |
| AIC | 13764,71 | 13651,47 | 13765,57 | 13671,11 | 17249,09 | 17192,13 | 17249,21 | 17206,16 | 26876,18 | 26653,44 | 26834,12 | 26726,13 |
| BIC | 13855,82 | 13749,09 | 13863,18 | 13768,73 | 17342,99 | 17292,74 | 17349,82 | 17306,77 | 26975,87 | 26760,25 | 26940,93 | 26832,95 |
| Wald | 4937,54 | 6420,12 | 8694,49 | 5658,01 | 4334,69 | 3117,03 | 5378,72 | 3532,39 | 2666,52 | 2365,58 | 2778,09 | 2651,82 |
| N observações | 4.954 | 4.954 | 4.954 | 4.954 | 6.047 | 6.047 | 6.047 | 6.047 | 9.145 | 9.145 | 9.145 | 9.145 |
| N grupos | 145 | 145 | 145 | 145 | 161 | 161 | 161 | 161 | 180 | 180 | 180 | 180 |

1) Erros padrões robustos são representados em parênteses.

2) *, **, *** nos resultados representam respectivamente a significância com 90, 95 e 99% de confiança.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) de acordo com os resultados da base de dados e *mepoisson* respeitando a distribuição da variável dependente de desempenho inventivo do inventor dado pelo total de patentes do mesmo no período de análise considerado.

Tabela A4. Efeitos individuais, regionais e de proximidade relacional com *gatekeepers* no desempenho de inventores com mais de uma patente na rede de coinvenção do Brasil. Período 2000-2012

| Variáveis | 2000-2003 | | | 2004-2007 | | | 2008-2012 | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (I) | (II) | (III) | (I) | (II) | (III) |
| <i>Conhecimento em alta tecnologia</i> | -0,017 (0,061) | -0,016 (0,062) | -0,017 (0,061) | -0,071 (0,055) | -0,071 (0,055) | -0,070 (0,055) | 0,047* (0,026) | 0,047* (0,026) | 0,047* (0,026) |
| <i>Conhecimento diversificado</i> | 0,352*** (0,008) | 0,352*** (0,008) | 0,352*** (0,008) | 0,317*** (0,021) | 0,317*** (0,021) | 0,317*** (0,021) | 0,245*** (0,016) | 0,245*** (0,016) | 0,245*** (0,016) |
| <i>Salário</i> | 0,005*** (0,001) | 0,005*** (0,001) | 0,005*** (0,001) | 0,003** (0,001) | 0,003** (0,001) | 0,003** (0,001) | 0,002*** (0,001) | 0,002*** (0,001) | 0,002*** (0,001) |
| <i>Instituição de Ensino</i> | -0,082** (0,035) | -0,078** (0,035) | -0,082** (0,035) | -0,090** (0,045) | -0,090* (0,046) | -0,089** (0,045) | -0,002 (0,037) | 0,001 (0,037) | -0,000 (0,037) |
| <i>Instituição Pública</i> | -0,143** (0,062) | -0,142** (0,063) | -0,142** (0,061) | -0,143*** (0,040) | -0,140*** (0,041) | -0,142*** (0,040) | -0,002 (0,042) | -0,002 (0,043) | -0,003 (0,042) |
| <i>Indústria</i> | 0,061 (0,054) | 0,060 (0,054) | 0,060 (0,053) | 0,070 (0,045) | 0,073 (0,045) | 0,073 (0,044) | 0,111*** (0,037) | 0,111*** (0,037) | 0,111*** (0,037) |
| <i>W₁(Gatekeeper 1)</i> | -0,077 (0,051) | | | 0,119** (0,059) | | | 0,074** (0,029) | | |
| <i>W₁(Gatekeeper 2)</i> | | -0,076*** (0,029) | | | 0,008 (0,021) | | | 0,012 (0,014) | |
| <i>W₁(Gatekeeper 3)</i> | | | -0,128** (0,064) | | | 0,131* (0,068) | | | 0,040 (0,041) |
| <i>Metrópole</i> | -0,128** (0,062) | -0,131** (0,063) | -0,130** (0,062) | -0,112* (0,061) | -0,115* (0,060) | -0,111* (0,060) | 0,005 (0,038) | 0,003 (0,038) | 0,004 (0,038) |
| <i>PIB per capita</i> | 0,012* (0,007) | 0,012* (0,007) | 0,012* (0,007) | -0,008 (0,007) | -0,007 (0,007) | -0,008 (0,007) | 0,003 (0,004) | 0,002 (0,004) | 0,003 (0,004) |
| <i>P&D privado</i> | -1,6e-05 (7,5e-05) | -1,6e-05 (7,6e-05) | -1,1e-05 (7,5e-05) | -6,7e-05 (7,6e-05) | -6,3e-05 (7,7e-05) | -6,4e-05 (7,6e-05) | -0,000*** (6,2e-05) | -0,000*** (6,2e-05) | -0,000*** (6,3e-05) |
| <i>P&D universitário</i> | -0,001*** (0,000) | -0,001*** (0,000) | -0,001*** (0,000) | 0,000 (0,000) | 8,9e-05 (0,000) | 0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) |

Tabela A4. Efeitos individuais, regionais e de proximidade relacional com *gatekeepers* no desempenho de inventores com mais de uma patente na rede de coinvenção do Brasil. Período 2000-2012

(Continua)

| <i>Variáveis</i> | 2000-2003 | | | 2004-2007 | | | 2008-2012 | | |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (I) | (II) | (III) | (I) | (II) | (III) |
| <i>Escala de inventor</i> | 0,225 (0,241) | 0,210 (0,241) | 0,210 (0,241) | 0,724* (0,370) | 0,736** (0,37) | 0,728** (0,369) | 0,711*** (0,266) | 0,729*** (0,265) | 0,724*** (0,267) |
| <i>Dens. de ligações locais</i> | 0,003 (0,009) | 0,003 (0,008) | 0,003 (0,009) | -0,021 (0,015) | -0,021 (0,015) | -0,021 (0,015) | 0,055* (0,029) | 0,054* (0,029) | 0,054* (0,029) |
| Constante | 0,345*** (0,074) | 0,346*** (0,075) | 0,345*** (0,075) | 0,628*** (0,094) | 0,632*** (0,095) | 0,628*** (0,094) | 0,675*** (0,059) | 0,680*** (0,058) | 0,684*** (0,059) |
| Variância | 0,030 (0,018) | 0,029 (0,018) | 0,030 (0,018) | 0,054 (0,024) | 0,054 (0,024) | 0,054 (0,024) | 0,025 (0,015) | 0,024 (0,015) | 0,025 (0,015) |
| AIC | 6025,23 | 6023,72 | 6024,32 | 8477,10 | 8483,51 | 8477,63 | 13780,45 | 13788,05 | 13787,20 |
| BIC | 6105,78 | 6104,28 | 6104,88 | 8562,63 | 8569,05 | 8563,17 | 13873,15 | 13880,75 | 13879,90 |
| Wald | 8227,61 | 9186,18 | 8406,21 | 522,82 | 585,42 | 519,46 | 482,68 | 481,30 | 484,39 |
| N observações | 1.588 | 1.588 | 1.588 | 2.214 | 2.214 | 2.214 | 3.569 | 3.569 | 3.569 |
| N grupos | 121 | 121 | 121 | 128 | 128 | 128 | 169 | 169 | 169 |

1) Erros padrões robustos são representados em parênteses.

2) *, **, *** nos resultados representam respectivamente a significância com 90, 95 e 99% de confiança.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) de acordo com os resultados da base de dados e *mepoisson* respeitando a distribuição da variável dependente de desempenho inventivo do inventor dado pelo total de patentes (maior do que 1) do mesmo no período de análise considerado.

Tabela A5. Efeitos individuais, regionais e de proximidade relacional com *gatekeepers* no desempenho de coinventores localizados no Sul e Sudeste do Brasil. Período 2000-2012

| Variáveis | 2000-2003 | | | 2004-2007 | | | 2008-2012 | | |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (I) | (II) | (III) | (I) | (II) | (III) |
| <i>Conhecimento em alta tecnologia</i> | 0,062 (0,066) | 0,063 (0,067) | 0,062 (0,066) | -0,072* (0,037) | -0,073** (0,037) | -0,072* (0,037) | 0,032 (0,029) | 0,032 (0,029) | 0,032 (0,029) |
| <i>Conhecimento diversificado</i> | 0,466*** (0,011) | 0,466*** (0,011) | 0,466*** (0,011) | 0,455*** (0,013) | 0,455*** (0,013) | 0,455*** (0,013) | 0,358*** (0,025) | 0,358*** (0,025) | 0,358*** (0,025) |
| <i>Salário</i> | 0,003*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,003*** (0,001) |
| <i>Instituição de Ensino</i> | -0,030 (0,041) | -0,027 (0,043) | -0,030 (0,041) | -0,072** (0,035) | -0,072** (0,036) | -0,072** (0,035) | 0,001 (0,033) | 0,001 (0,033) | 0,001 (0,033) |
| <i>Instituição Pública</i> | -0,083** (0,033) | -0,084** (0,033) | -0,084** (0,033) | -0,095** (0,037) | -0,093** (0,038) | -0,094** (0,038) | -0,037* (0,022) | -0,037 (0,023) | -0,037 (0,023) |
| <i>Indústria</i> | 0,059 (0,046) | 0,059 (0,047) | 0,059 (0,046) | 0,086*** (0,032) | 0,087*** (0,032) | 0,087*** (0,032) | 0,075** (0,030) | 0,076** (0,030) | 0,076** (0,030) |
| <i>W₁(Gatekeeper 1)</i> | 0,015 (0,033) | | | 0,082 (0,057) | | | 0,045* (0,027) | | |
| <i>W₁(Gatekeeper 2)</i> | | -0,068*** (0,026) | | | 0,012 (0,018) | | | 0,009 (0,015) | |
| <i>W₁(Gatekeeper 3)</i> | | | -0,034 (0,031) | | | 0,088 (0,057) | | | 0,026 (0,033) |
| <i>Metrópole</i> | -0,093* (0,051) | -0,096* (0,051) | -0,094* (0,051) | -0,064 (0,048) | -0,065 (0,048) | -0,064 (0,048) | -0,037 (0,045) | -0,037 (0,045) | -0,037 (0,045) |
| <i>PIB per capita</i> | 0,003 (0,006) | 0,002 (0,006) | 0,002 (0,006) | -0,002 (0,007) | -0,002 (0,007) | -0,002 (0,007) | 0,003 (0,004) | 0,003 (0,004) | 0,003 (0,004) |
| <i>P&D privado</i> | 1,9e-05 (5,8e-05) | 2,7e-05 (5,7e-05) | 2,1e-05 (5,8e-05) | -7,3e-05 (8,6e-05) | -7,1e-05 (8,6e-05) | -7,2e-05 (8,6e-05) | -0,000* (6,1e-05) | -0,000* (6,1e-05) | -0,000* (6,1e-05) |
| <i>P&D universitário</i> | -0,001** (0,000) | -0,001** (0,000) | -0,001** (0,000) | 0,001 (0,001) | 0,001 (0,001) | 0,001 (0,001) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) |

Tabela A5. Efeitos individuais, regionais e de proximidade relacional com *gatekeepers* no desempenho de coinventores localizados no Sul e Sudeste do Brasil. Período 2000-2012

(Continua)

| <i>Variáveis</i> | 2000-2003 | | | 2004-2007 | | | 2008-2012 | | |
|---------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (I) | (II) | (III) | (I) | (II) | (III) |
| <i>Escala de inventor</i> | 0,024 (0,203) | 0,007 (0,200) | 0,022 (0,202) | 0,252 (0,239) | 0,252 (0,241) | 0,251 (0,239) | 0,471** (0,194) | 0,476** (0,195) | 0,475** (0,195) |
| <i>Dens. de ligações locais</i> | -0,053 (0,045) | -0,053 (0,045) | -0,055 (0,046) | -0,048*** (0,015) | -0,047*** (0,015) | -0,047*** (0,015) | 0,109*** (0,020) | 0,108*** (0,020) | 0,108*** (0,020) |
| Constante | -0,190*** (0,062) | -0,1841*** (0,062) | -0,188*** (0,062) | -0,115 (0,073) | -0,112 (0,073) | -0,115 (0,073) | -0,035 (0,063) | -0,030 (0,063) | -0,030 (0,062) |
| Variância | 0,036 (0,022) | 0,036 (0,022) | 0,036 (0,022) | 0,046 (0,024) | 0,046 (0,024) | 0,046 (0,024) | 0,029 (0,014) | 0,029 (0,014) | 0,029 (0,014) |
| AIC | 13766,64 | 13763,03 | 13766,50 | 17246,57 | 17250,88 | 17247,28 | 26874,20 | 26877,93 | 26877,51 |
| BIC | 13864,26 | 13860,65 | 13864,12 | 17347,18 | 17351,49 | 17347,89 | 26981,02 | 26984,75 | 26984,32 |
| Wald | 4943,16 | 5068,66 | 5508,78 | 6931,12 | 4442,30 | 5781,72 | 2973,82 | 2733,34 | 2725,23 |
| N observações | 4.954 | 4.954 | 4.954 | 6.047 | 6.047 | 6.047 | 9.145 | 9.145 | 9.145 |
| N grupos | 145 | 145 | 145 | 161 | 161 | 161 | 180 | 180 | 180 |

1) Erros padrões robustos são representados em parênteses.

2) *, **, *** nos resultados representam respectivamente a significância com 90, 95 e 99% de confiança.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) de acordo com os resultados da base de dados e *mepoisson* respeitando a distribuição da variável dependente de desempenho inventivo do inventor dado pelo total de patentes do mesmo no período de análise considerado.

Tabela A6. Efeitos individuais, regionais e de proximidade geográfica no desempenho de inventores com mais de uma patente na rede de coinvenção do Brasil. Período 2000-2012

| Variáveis | 2000-2003 | | | | 2004-2007 | | | | 2008-2012 | | | |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) |
| <i>Conhecimento em alta tec.</i> | -0,014 (0,061) | -0,036 (0,052) | -0,004 (0,061) | -0,037 (0,052) | -0,068 (0,055) | -0,077 (0,055) | -0,069 (0,056) | -0,075 (0,056) | 0,047* (0,026) | 0,021 (0,025) | 0,042 (0,027) | 0,036 (0,025) |
| <i>Conhecimento diversificado</i> | 0,351*** (0,008) | 0,347*** (0,008) | 0,338*** (0,009) | 0,344*** (0,007) | 0,317*** (0,021) | 0,303*** (0,019) | 0,316*** (0,021) | 0,304*** (0,019) | 0,244*** (0,016) | 0,232*** (0,015) | 0,244*** (0,016) | 0,233*** (0,015) |
| <i>Salário</i> | 0,005*** (0,001) | 0,005*** (0,001) | 0,005*** (0,002) | 0,005*** (0,001) | 0,003** (0,001) | 0,003** (0,001) | 0,003** (0,001) | 0,0031** (0,001) | 0,002*** (0,001) | 0,001* (0,001) | 0,002*** (0,001) | 0,001* (0,001) |
| <i>Instituição de Ensino</i> | -0,085** (0,035) | -0,117*** (0,037) | -0,091** (0,036) | -0,128*** (0,043) | -0,092** (0,047) | -0,118** (0,052) | -0,093** (0,047) | -0,110** (0,048) | 0,028 (0,031) | 0,001 (0,037) | -0,030 (0,041) | -0,004 (0,039) |
| <i>Instituição Pública</i> | -0,133** (0,063) | -0,137** (0,059) | -0,143** (0,067) | -0,138** (0,059) | -0,132*** (0,041) | -0,141*** (0,040) | -0,133*** (0,040) | -0,144*** (0,041) | 0,002 (0,027) | -0,000 (0,043) | 0,007 (0,043) | 0,001 (0,043) |
| <i>Indústria</i> | 0,064 (0,053) | 0,086* (0,046) | 0,050 (0,053) | 0,094** (0,045) | 0,072 (0,045) | 0,079* (0,042) | 0,071 (0,045) | 0,077* (0,043) | 0,075*** (0,029) | 0,109*** (0,037) | 0,115*** (0,038) | 0,108*** (0,037) |
| <i>Gatekeeper 1</i> | | 0,339*** (0,051) | | | | 0,266*** (0,091) | | | | 0,320*** (0,050) | | |
| <i>Gatekeeper 2</i> | | | 0,226** (0,110) | | | | 0,019 (0,041) | | | | 0,113*** (0,038) | |
| <i>Gatekeeper 3</i> | | | | 0,431*** (0,080) | | | | 0,295*** (0,093) | | | | 0,360*** (0,059) |
| <i>Metrópole</i> | -0,126* (0,066) | -0,108* (0,063) | -0,119* (0,067) | -0,106* (0,062) | -0,142* (0,075) | -0,133* (0,073) | -0,141* (0,076) | -0,139* (0,074) | 0,017 (0,046) | 0,022 (0,046) | 0,017 (0,046) | 0,016 (0,046) |
| <i>PIB per capita</i> | 0,000 (0,007) | -0,000 (0,007) | 0,002 (0,008) | -0,002 (0,007) | -0,017* (0,010) | -0,015 (0,010) | -0,017* (0,010) | -0,016* (0,010) | -0,002 (0,006) | -0,002 (0,006) | -0,003 (0,006) | -0,003 (0,006) |
| <i>P&D privado</i> | 5,2e-05 (7,3e-05) | 1,5e-05 (6,9e-05) | 4,8e-05 (7,3e-05) | 3,5e-05 (6,5e-05) | 8,5e-05 (8,6e-05) | 5,6e-05 (8,5e-05) | 8,3e-05 (8,7e-05) | 6,7e-05 (8,6e-05) | -0,000* (8,0e-05) | -0,000* (8,1e-05) | -0,000* (7,9e-05) | -0,000* (8,2e-05) |
| <i>P&D universitário</i> | -0,002*** (0,001) | -0,002*** (0,000) | -0,002*** (0,001) | -0,002*** (0,000) | -0,001 (0,001) | -0,001 (0,001) | -0,001 (0,001) | -0,001 (0,001) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) | -0,001 (0,000) |

Tabela A6. Efeitos individuais, regionais e de proximidade geográfica no desempenho de inventores com mais de uma patente na rede de coinvenção do Brasil. Período 2000-2012

(Continua)

| <i>Variáveis</i> | 2000-2003 | | | | 2004-2007 | | | | 2008-2012 | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) |
| <i>Escala de inventor</i> | 0,680 (0,433) | 0,821* (0,423) | 0,637 (0,429) | 0,801* (0,415) | 1,037** (0,528) | 0,971* (0,525) | 1,048** (0,524) | 1,020** (0,518) | 0,766* (0,420) | 0,772* (0,407) | 0,762* (0,415) | 0,846** (0,406) |
| <i>Dens. de ligações locais</i> | 0,001 (0,008) | 0,002 (0,008) | 0,001 (0,008) | 0,002 (0,008) | -0,020 (0,015) | -0,021 (0,015) | -0,020 (0,015) | -0,020 (0,014) | 0,050 (0,031) | 0,050 (0,032) | 0,050 (0,031) | 0,049 (0,031) |
| <i>W₂(Metrópole)</i> | -0,190* (0,112) | -0,183* (0,107) | -0,203* (0,115) | -0,177 (0,108) | -0,252** (0,122) | -0,258** (0,119) | -0,251** (0,122) | -0,253** (0,118) | -0,017 (0,133) | -0,022 (0,133) | -0,008 (0,133) | -0,024 (0,133) |
| <i>W₂(PIB per capita)</i> | 0,013*** (0,005) | 0,012** (0,005) | 0,012** (0,005) | 0,013*** (0,005) | 0,017** (0,008) | 0,017** (0,008) | 0,017** (0,008) | 0,017** (0,008) | 0,003 (0,004) | 0,003 (0,004) | 0,003 (0,004) | 0,003 (0,004) |
| <i>W₂(P&D privado)</i> | -0,000** (9,5e-05) | -0,000** (9,4e-05) | -0,000* (9,5e-05) | -0,000** (9,3e-05) | -0,000** (0,000) | -0,000* (0,000) | -0,000** (0,000) | -0,000** (0,000) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) |
| <i>W₂(P&D universitário)</i> | -0,001 (0,001) | -0,001 (0,001) | -0,001 (0,001) | -0,001 (0,001) | 0,001 (0,001) | 0,001 (0,001) | 0,001 (0,001) | 0,001 (0,001) | 0,002 (0,001) | 0,002 (0,001) | 0,002 (0,001) | 0,002 (0,001) |
| <i>W₂(Escala de inventor)</i> | 3,633** (1,485) | 3,609** (1,438) | 3,625** (1,494) | 3,655** (1,435) | 1,755 (2,932) | 1,286 (2,954) | 1,765 (2,930) | 1,635 (2,796) | 0,525 (2,343) | 0,663 (2,282) | 0,411 (2,284) | 0,959 (2,302) |
| <i>W₂(Dens. de ligações locais)</i> | 0,008 (0,013) | 0,009 (0,012) | 0,009 (0,012) | 0,009 (0,012) | 0,047** (0,021) | 0,041** (0,020) | 0,047** (0,021) | 0,044** (0,020) | 0,029 (0,045) | 0,029 (0,045) | 0,031 (0,045) | 0,030 (0,046) |
| Constante | 0,370*** (0,122) | 0,411*** (0,119) | 0,388*** (0,126) | 0,411*** (0,119) | 0,642*** (0,146) | 0,666*** (0,141) | 0,644*** (0,146) | 0,669*** (0,141) | 0,705*** (0,105) | 0,7220*** (0,1030) | 0,6950*** (0,1040) | 0,743*** (0,103) |
| Variância | 0,022 (0,013) | 0,017 (0,010) | 0,025 (0,013) | 0,015 (0,009) | 0,043 (0,017) | 0,041 (0,016) | 0,043 (0,017) | 0,040 (0,016) | 0,023 (0,015) | 0,023 (0,016) | 0,023 (0,015) | 0,024 (0,015) |
| AIC | 6027,50 | 5983,32 | 6012,03 | 5974,78 | 8480,58 | 8439,90 | 8482,40 | 8440,73 | 13795,59 | 13667,82 | 13785,69 | 13685,46 |
| BIC | 6134,90 | 6096,10 | 6124,80 | 6087,56 | 8594,63 | 8559,65 | 8602,16 | 8560,49 | 13919,19 | 13797,60 | 13915,47 | 13815,24 |
| Wald | 8555,65 | 5749,09 | 10156,86 | 6094,85 | 364,13 | 332,97 | 442,89 | 375,78 | 595,52 | 657,99 | 656,26 | 627,49 |
| N observações | 1.588 | 1.588 | 1.588 | 1.588 | 2.214 | 2.214 | 2.214 | 2.214 | 3.569 | 3.569 | 3.569 | 3.569 |
| N grupos | 121 | 121 | 121 | 121 | 128 | 128 | 128 | 128 | 169 | 169 | 169 | 169 |

1) Erros padrões robustos são representados em parênteses.

2) *, **, *** nos resultados representam respectivamente a significância com 90, 95 e 99% de confiança.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) de acordo com os resultados da base de dados e *mepoisson* respeitando a distribuição da variável dependente de desempenho inventivo do inventor dado pelo total de patentes (maior do que 1) do mesmo no período de análise considerado.

Tabela A7. Efeitos individuais, regionais e de proximidade relacional com *gatekeepers* no desempenho de coinventores localizados no Sul e Sudeste do Brasil. Período 2000-2012

| Variáveis | 2000-2003 | | | | 2004-2007 | | | | 2008-2012 | | | |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) |
| <i>Conhecimento em alta tecnologia</i> | 0,063 (0,07) | 0,035 (0,051) | 0,065 (0,066) | 0,037 (0,054) | -0,069* (0,037) | -0,078** (0,037) | -0,072* (0,037) | -0,076** (0,037) | 0,033 (0,029) | 0,015 (0,029) | 0,027 (0,030) | 0,026 (0,028) |
| <i>Conhecimento diversificado</i> | 0,466*** (0,011) | 0,457*** (0,011) | 0,463*** (0,014) | 0,457*** (0,012) | 0,455*** (0,013) | 0,436*** (0,010) | 0,453*** (0,014) | 0,440*** (0,011) | 0,358*** (0,025) | 0,338*** (0,023) | 0,357*** (0,025) | 0,345*** (0,025) |
| <i>Salário</i> | 0,003*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,003** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,004*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,003*** (0,001) | 0,003*** (0,001) |
| <i>Instituição de Ensino</i> | -0,031 (0,041) | -0,067** (0,028) | -0,032 (0,040) | -0,068** (0,029) | -0,031 (0,041) | -0,094** (0,039) | -0,077** (0,036) | -0,084** (0,035) | 0,001 (0,033) | -0,035 (0,034) | -0,007 (0,035) | -0,021 (0,031) |
| <i>Instituição Pública</i> | -0,081** (0,033) | -0,084*** (0,030) | -0,082** (0,034) | -0,083*** (0,030) | -0,081** (0,033) | -0,088** (0,038) | -0,090** (0,037) | -0,092** (0,038) | -0,034 (0,022) | -0,028 (0,022) | -0,030 (0,022) | -0,022 (0,023) |
| <i>Indústria</i> | 0,062 (0,045) | 0,089** (0,036) | 0,060 (0,044) | 0,090** (0,041) | 0,062 (0,045) | 0,089*** (0,031) | 0,082*** (0,031) | 0,087*** (0,031) | 0,073** (0,030) | 0,082*** (0,030) | 0,072** (0,031) | 0,081*** (0,030) |
| <i>Gatekeeper 1</i> | | 0,545*** (0,047) | | | | 0,328*** (0,097) | | | | 0,475*** (0,075) | | |
| <i>Gatekeeper 2</i> | | | 0,054 (0,124) | | | | 0,055 (0,042) | | | | 0,211*** (0,035) | |
| <i>Gatekeeper 3</i> | | | | 0,580*** (0,070) | | | | 0,322*** (0,112) | | | | 0,466*** (0,102) |
| <i>Metrópole</i> | -0,114** (0,056) | -0,100* (0,051) | -0,115** (0,056) | -0,101* (0,052) | -0,123** (0,061) | -0,120** (0,060) | -0,121** (0,061) | -0,128** (0,060) | -0,060 (0,044) | -0,056 (0,044) | -0,062 (0,045) | -0,062 (0,043) |
| <i>PIB per capita</i> | 0,002 (0,007) | 0,001 (0,007) | 0,002 (0,007) | 0,000 (0,007) | -0,008 (0,009) | -0,007 (0,009) | -0,008 (0,009) | -0,008 (0,009) | -0,000 (0,004) | -0,001 (0,004) | -0,001 (0,004) | -0,001 (0,004) |
| <i>P&D privado</i> | 9,0e-05 (6,8e-05) | 5,8e-05 (6,2e-05) | 9,1e-05 (6,9e-05) | 7,9e-05 (6,1e-05) | 6,7e-05 (8,1e-05) | 5,7e-05 (7,8e-05) | 6,6e-05 (8,1e-05) | 6,8e-05 (7,9e-05) | -1,1e-05 (6,2e-05) | -2,6e-06 (6,1e-05) | 4,8e-06 (6,1e-05) | -1,3e-06 (6,2e-05) |
| <i>P&D universitário</i> | -0,001** (0,000) | -0,001*** (0,000) | -0,001** (0,000) | -0,001*** (0,000) | -1,2e-05 (0,001) | -0,000 (0,001) | -1,0e-05 (0,001) | -0,000 (0,001) | -0,001* (0,000) | -0,001** (0,000) | -0,001** (0,000) | -0,001** (0,000) |

Tabela A7. Efeitos individuais, regionais e de proximidade relacional com *gatekeepers* no desempenho de coinventores localizados no Sul e Sudeste do Brasil. Período 2000-2012

(Continua)

| <i>Variáveis</i> | 2000-2003 | | | | 2004-2007 | | | | 2008-2012 | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) | (I) | (II) | (III) | (IV) |
| <i>Escala de inventor</i> | -0,021 (0,391) | 0,090 (0,364) | -0,014 (0,395) | 0,041 (0,370) | 0,675 (0,446) | 0,616 (0,441) | 0,686 (0,448) | 0,675 (0,440) | 0,441 (0,351) | 0,404 (0,342) | 0,469 (0,341) | 0,492 (0,337) |
| <i>Dens. de ligações locais</i> | -0,050 (0,047) | -0,049 (0,051) | -0,050 (0,047) | -0,049 (0,051) | -0,038** (0,016) | -0,040*** (0,015) | -0,039** (0,016) | -0,039*** (0,015) | 0,091*** (0,023) | 0,092*** (0,024) | 0,091*** (0,023) | 0,092*** (0,024) |
| <i>W₂(Metrópole)</i> | -0,125 (0,111) | -0,110 (0,106) | -0,127 (0,111) | -0,103 (0,108) | -0,235** (0,117) | -0,234** (0,114) | -0,235** (0,118) | -0,228** (0,114) | -0,065 (0,109) | -0,061 (0,110) | -0,065 (0,109) | -0,062 (0,110) |
| <i>W₂(PIB per capita)</i> | 0,009** (0,005) | 0,008* (0,004) | 0,009** (0,005) | 0,008** (0,004) | 0,018** (0,008) | 0,018** (0,008) | 0,018** (0,008) | 0,018** (0,008) | 0,008** (0,003) | 0,008** (0,003) | 0,008*** (0,003) | 0,008*** (0,003) |
| <i>W₂(P&D privado)</i> | -7,4e-05 (8,5e-05) | -6,4e-05 (7,9e-05) | -7,4e-05 (8,5e-05) | -6,9e-05 (7,9e-05) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) | -0,000 (0,000) |
| <i>W₂(P&D universitário)</i> | -0,001 (0,001) | -0,001 (0,001) | -0,001 (0,001) | -0,001 (0,001) | -0,001 (0,001) | -0,001 (0,001) | -0,001 (0,001) | -0,001 (0,001) | -6,2e-05 (0,0011) | -0,000 (0,001) | -0,000 (0,001) | -6,9e-05 (0,001) |
| <i>W₂(Escala de inventor)</i> | 0,186 (1,153) | 0,082 (1,092) | 0,204 (1,155) | 0,106 (1,106) | 1,944 (2,195) | 1,497 (2,212) | 1,957 (2,199) | 1,842 (2,144) | -0,077 (1,840) | -0,125 (1,824) | 0,109 (1,775) | 0,091 (1,805) |
| <i>W₂(Dens. de ligações locais)</i> | 0,018 (0,021) | 0,017 (0,020) | 0,018 (0,021) | 0,016 (0,020) | 0,066*** (0,022) | 0,061*** (0,021) | 0,066*** (0,022) | 0,063*** (0,021) | 0,003 (0,038) | 0,005 (0,039) | 0,006 (0,038) | 0,006 (0,039) |
| Constante | -0,411* (0,210) | -0,344* (0,191) | -0,404* (0,215) | -0,348* (0,192) | -0,479** (0,190) | -0,424** (0,178) | -0,478** (0,192) | -0,424** (0,179) | -0,286** (0,116) | -0,239** (0,111) | -0,286** (0,113) | -0,240** (0,113) |
| Variância | 0,029 (0,015) | 0,021 (0,011) | 0,030 (0,015) | 0,021 (0,011) | 0,033 (0,015) | 0,031 (0,014) | 0,034 (0,015) | 0,031 (0,014) | 0,021 (0,012) | 0,020 (0,013) | 0,021 (0,012) | 0,021 (0,013) |
| AIC | 13769,65 | 13657,22 | 13770,48 | 13676,59 | 17239,38 | 17182,71 | 17239,47 | 17196,53 | 26877,12 | 26654,11 | 26834,09 | 26727,03 |
| BIC | 13899,81 | 13793,89 | 13907,15 | 13813,26 | 17373,52 | 17323,56 | 17380,32 | 17337,38 | 27019,54 | 26803,65 | 26983,63 | 26876,57 |
| Wald | 7828,38 | 9989,17 | 11601,35 | 8598,42 | 4539,16 | 3168,99 | 5295,03 | 3513,78 | 3155,43 | 2980,18 | 3288,63 | 3308,06 |
| N observações | 4.954 | 4.954 | 4.954 | 4.954 | 6.047 | 6.047 | 6.047 | 6.047 | 9.145 | 9.145 | 9.145 | 9.145 |
| N grupos | 145 | 145 | 145 | 145 | 161 | 161 | 161 | 161 | 180 | 180 | 180 | 180 |

1) Erros padrões robustos são representados em parênteses.

2) *, **, *** nos resultados representam respectivamente a significância com 90, 95 e 99% de confiança.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021) de acordo com os resultados da base de dados e *mepoisson* respeitando a distribuição da variável dependente de desempenho inventivo do inventor dado pelo total de patentes do mesmo no período de análise considerado.

5 CONCLUSÕES

A incorporação de conhecimentos complexos nas invenções por meio da interação entre conhecimentos novos e distintos tem sido comum a fim de superar fronteiras tecnológicas e aumentar as chances de criar inovações. Nesse sentido, as redes de invenções facilitam a absorção e a troca de conhecimentos mais complexos por meio da interação e da proximidade relacional entre os agentes durante o processo de criação de atividades inventivas. Atividades intensivas em conhecimento são complexas pela natureza da base de conhecimento tecnológico e da mão de obra utilizados. Posto isso, compreender as características dos inventores inseridos em redes de coinvenção auxilia na compreensão do sistema de invenções de regiões e dos entraves tecnológicos a serem superados. A presente tese buscou identificar, por meio de três artigos, quais são as características de diferentes tipos de inventores brasileiros; os condicionantes da atuação de inventores como *gatekeepers* na rede, por meio de diferentes métricas; e quais fatores estão associados ao desempenho inventivo destes e dos demais inventores na rede de coinvenção do Brasil.

Dentre os resultados do primeiro artigo foi possível evidenciar que os inventores inseridos em redes de invenção podem atuar conforme quatro classificações associadas ao tipo de interação que exercem com os demais agentes na rede: inventores isolados, *internal stars*, *external stars* ou *gatekeepers*. Os inventores isolados no Brasil tendem a possuir menor grau educacional e conhecimento tecnológico diversificado, porém concentrados em tecnologias mais básicas. Uma grande parcela de inventores brasileiros atua como inventores isolados, o que permite concluir que a mão de obra inventiva no Brasil é comumente pobre em conhecimentos mais elevados e complexos.

Os demais tipos de inventores que participam da rede de coinvenção do Brasil tendem a possuir conhecimento em alta tecnologia e grau educacional mais avançado até mesmo com titulação em mestrado e doutorado, que podem ser fatores relevantes para o desempenho da rede de invenção do país. Dentre os inventores que colaboram na produção de atividades inventivas no Brasil, o grupo de *internal stars* é o mais representativo. Os *internal stars* brasileiros são especializados tecnologicamente, mas como apenas coinventam com parceiros locais há risco de esses incorporarem também conhecimentos redundantes. Redes com ligações limitadas geograficamente possuem a vantagem de adquirir maior competitividade regional exatamente pela especialização tecnológica. Tanto as empresas inovadoras em bens de consumo duráveis e de capital quanto a produção inventiva no Brasil se concentram nas regiões do sul e sudeste do país, o que pode refletir um sistema regional de inovação com

especialização tecnológica nessas áreas. Os *external stars* brasileiros tendem a se inserir no setor industrial e fora de regiões metropolitanas ou grandes organizações. Neste caso, ao atuarem na rede colaborando exclusivamente com agentes extrarregionais, podem ser relevantes na superação da escassez de conhecimentos tecnológicos de organizações ou regiões brasileiras. Porém, não contribuem com as trocas diretas de conhecimentos na região em que se insere.

Inventores brasileiros, que possuem ao mesmo tempo ligações locais e extrarregionais, destacam-se por possuir maior número de parceiros em coinvenções, o que atribui a eles uma maior capacidade de absorção de conhecimentos na rede. Esse resultado sustenta uma das hipóteses investigada pelo primeiro artigo que sugere que *gatekeepers* possuem elevada capacidade de absorção de conhecimento, os potenciais *gatekeepers* no Brasil acumulam um maior montante de conhecimento com origens distintas que podem auxiliar na renovação de conhecimento e superação de barreiras tecnológicas. Além disso, esses inventores também possuem maior inserção no mercado de trabalho no Brasil, estando presentes em instituições de ensino, instituições públicas e indústrias do país. Este resultado valida outras duas hipóteses associadas aos *gatekeepers* que relaciona o pertencimento destes às instituições públicas e de ensino do país.

Ao se considerar as dificuldades em criar atividades inventivas no Brasil, assim como invenções que incorporam conhecimentos em alta tecnologia, a melhor compreensão do grupo de inventores passíveis de atuar como *gatekeepers* na rede é relevante para o sistema de inovação do país. Cabe destacar que, como existem variadas medidas de *gatekeepers* na literatura, os potenciais *gatekeepers*, que possuem ao mesmo tempo ligações internas e externas, devem ser definidos de maneira mais precisa diferindo-os dos demais inventores da rede. No segundo artigo da tese, ao se comparar diferentes métricas de identificação de *gatekeepers* encontradas na literatura, os resultados obtidos sugerem cautela na interpretação das classificações e que estas sejam aplicadas separadamente apenas para objetivos específicos de pesquisa e não para constatações generalizadas sobre os *gatekeepers*. Juntas, as diferentes métricas foram consistentes em inferir que os *gatekeepers* no Brasil se inserem exatamente em tipos de instituições mais inventivas em cada região. As regiões de São Paulo, Rio de Janeiro e Campinas são as três regiões brasileiras mais inventivas e também as maiores concentradoras de *gatekeepers* no país.

Por fim, a relevância das redes no potencial inventivo de agentes e regiões estimulam a investigação de efeitos multi-escalares sobre o desempenho inventivo de inventores e

gatekeepers na rede de coinvenção. Tais efeitos são identificados pelo terceiro artigo da tese ao se investigar hipóteses associadas à relação entre o desempenho dos inventores e suas características individuais, atuação como *gatekeeper*, os aspectos da sua região, a proximidade relacional com *gatekeepers* e o transbordamento de externalidades de regiões vizinhas, por meio da proximidade geográfica. O desempenho inventivo dos coinventores brasileiros tem sua variação explicada principalmente pelas próprias características individuais dos inventores. As características individuais associadas ao maior desempenho inventivo dos agentes o domínio de conhecimentos diversificados tecnologicamente e em alta tecnologia está em sintonia com a ideia de o avanço da fronteira tecnológica ser fruto da interação de conhecimentos distintos e complexos. Ademais, inventores brasileiros que se inserem no setor industrial e que adquirem maior remuneração obtêm maior desempenho inventivo na rede. Esse pode ser um resultado do setor privado, incluindo as indústrias, que consideram o uso de patentes como forma de proteção da sua atividade inventiva e se apropriam de ganhos obtidos pelo seu uso. Juntas, tais evidências validam a primeira hipótese do terceiro artigo que relaciona as características individuais dos inventores a seus desempenhos inventivos.

Ao se considerar diferentes medidas de classificação de inventores como *gatekeepers* todas foram consistentes em relacionar que inventores brasileiros que atuam como *gatekeepers* na rede obtêm maior desempenho inventivo. Este resultado valida a segunda hipótese da pesquisa que relaciona a atuação de inventores como *gatekeepers* como um fator relevante para o maior desempenho inventivo destes. Os *gatekeepers* podem ser compreendidos como meios de acessar amplas e variadas fontes de conhecimentos externos de uma região, podendo o conhecimento ser único e não redundante na rede. Estes inventores também tendem a possuir conhecimentos em altas tecnologias, potencializando as chances de o sistema de inovação regional avançar barreiras tecnológicas.

Algumas características regionais também elevam a capacidade inventiva de inventores locais como a densidade de ligações e a escala de inventores da região, o que permite validar a hipótese de que os aspectos regionais medeiam o desempenho inventivo dos inventores. As características regionais são aspectos estruturantes do sistema de inovação regional, as quais relacionam o potencial inventivo do agente com a existência de colaborações locais e a disponibilidade de parceiros distintos na região como fontes alternativas de conhecimento. Regiões com maior densidade de ligações tendem a ser mais conectadas e produtivas, assim como regiões com maior aglomeração de inventores. Além

disso, as redes de coinventores permitem que os agentes tenham um bom desempenho inventivo mesmo não se inserindo em regiões metropolitanas e com maior desenvolvimento econômico e investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

Ademais, os inventores na rede também podem se beneficiar da proximidade relacional com *gatekeepers* por meio de colaborações diretas durante o patenteamento de atividades inventivas em períodos recentes. A atual complexidade e dificuldade em superar fronteiras tecnológicas tem exigido cada vez mais a interação de conhecimentos distintos no sistema de invenção. Com a crescente participação de coinvenções e colaborações em atividades inventivas nas últimas décadas, o cenário mostra a maior relevância de *gatekeepers* em períodos recentes como formas de acessar conhecimentos externos relevantes à rede e na geração de inovação. Como a proximidade relacional com *gatekeepers* apenas obteve o sinal e significância esperada no período mais recente da análise, os resultados não validam integralmente a hipótese que relaciona o desempenho de inventores e a proximidade destes com *gatekeepers*, considerando diferentes métricas.

A proximidade geográfica com regiões desenvolvidas economicamente e com maior densidade de ligações locais, afeta o desempenho de inventores de regiões vizinhas por meio do transbordamento de externalidades positivas, validando a última hipótese do terceiro artigo desta tese. A facilitação de relações iniciais na rede pode ser associada à proximidade geográfica, sendo estas também responsáveis por transbordamentos de economias de aglomeração. O efeito das externalidades de regiões vizinhas metropolitanas e que investem em P&D privado pode ser negativo, que pode ser explicado por essas regiões atraírem mais inventores e colaboradores, reduzindo o desempenho de inventores vizinhos na rede.

Em conjunto, as diferentes metodologias e abordagens utilizadas nesta tese permitiram uma melhor compreensão das características dos inventores brasileiros, estando estes inseridos em redes de colaboração ou não. O sistema brasileiro de inovação ainda possui muitos inventores com base tecnológica em conhecimento básico e que não colaboram durante a criação de invenções. Inventores inseridos em redes de coinvenção possuem conhecimentos mais elevados e em domínios tecnológicos mais complexos o que pode resultar em um ambiente mais inventivo e capaz de gerar inovações. Nesse sentido, políticas de fortalecimento de redes de coinvenção interorganizacionais e com acesso a conhecimentos externos podem viabilizar a troca de conhecimentos relevantes e a diminuição de custos e incertezas das atividades inventivas.

Essa pesquisa aponta que inventores inseridos em regiões com menor infraestrutura e amenidades urbanas colaboram em redes de coinvenção a fim de superar barreiras tecnológicas e obter maior desempenho inventivo. No entanto, é necessário que haja incentivos e facilitação de colaborações entre organizações e regiões do sistema de inovação. Regiões precisam de agentes que colaborem para a renovação de conhecimento regional, reduzindo os riscos do *lock-in* tecnológico e elevando as chances de inovar. A compreensão dos determinantes da atuação de inventores como *gatekeepers* no Brasil e da relevância destes em termos de desempenho inventivo, conhecimento mais elevado e tecnologicamente mais complexo, podem destacar estes agentes como importantes no sistema de inovação regional. Os *gatekeepers* acessam fontes de conhecimentos externos que podem ser únicas e não redundantes na rede, podendo auxiliar na superação de entraves tecnológicos e auxiliar a ocorrência de colaborações entre agentes e organizações, mesmo a longas distâncias geográficas.

Sendo assim, por meio dos resultados obtidos pela pesquisa é possível sugerir que capacitar um grupo de agentes centrais, *i.e.*, *gatekeepers*, pode ser uma alternativa menos custosa de alocação de recursos e mais eficaz para disseminar conhecimento e promover invenções na rede. Incentivos a colaborações diretas com *gatekeepers* podem tornar o sistema de invenções mais equilibrado entre as regiões brasileiras e auxiliar na superação de barreiras tecnológicas. Por conseguinte, é importante que haja mais ações privadas e governamentais direcionadas a acessar conhecimentos externos, seja no âmbito institucional, regional ou até mesmo nacional, colaborando para o potencial inovativo do país. Empresas devem adotar ações mais direcionadas a atividades inventivas criando um ambiente mais interativo e com maior abertura a colaborações com organizações externas como meio de acessar novos conhecimentos. Políticas públicas devem ser direcionadas a promover absorção em âmbito nacional de conhecimentos da fronteira tecnológica, capacitando o maior número de agentes a competirem no mercado internacional. Ademais, políticas públicas podem promover maior disseminação da cultura e entendimento da proteção tecnológica por meio da facilitação de concessão de patentes e intermediação de contratos de apropriação tecnológica entre as instituições.

Os resultados da tese enfrentam algumas limitações ao se considerar apenas os inventores com informações completas sobre a sua localidade e de seus parceiros, excluindo uma parcela de inventores com dados incompletos nas bases consideradas. Os resultados também se limitam aos inventores brasileiros com patentes depositadas no Instituto Nacional

de Propriedade Intelectual (INPI), desconsiderando inventores estrangeiros no Brasil e depósitos em outros escritórios de patentes. Como futuras investigações pode-se ampliar a amostra a nível internacional a fim de captar ligações externas a nível global e investigar a dinâmica de inventores e *gatekeepers* em outros países. É possível investigar-se também em quais áreas tecnológicas os *gatekeepers* são mais eficazes em gerar atividades inventivas, compreendendo quais são os domínios tecnológicos que mais se inserem em redes de coinvenção e buscam a constante renovação de conhecimento na rede.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, T. J.; COHEN, S. I. Information flow in research and development laboratories, **Administrative Science Quarterly**, n. 14, p. 12–19, 1969.

BATHELT, H.; MALMBERG, A.; MASKELL, P. Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation, **Progress in Human Geography**, v. 28, n. 1, p. 31–56, 2004.

BENEVIDES, G.; BRESCIANI, L. P.; JUNIOR, D. S. A dinâmica da inovação: mecanismos de articulação na região metropolitana de Campinas. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. v.12, n.1, 2016.

BRESCHI, S.; LENZI, C. The Role of External Linkages and Gatekeepers for the Renewal and Expansion of US Cities' Knowledge Base, 1990 – 2004, **Regional Studies**, v.49, n.5, p. 782-797, 2015.

BRESCHI S.; LISSONI F. 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.

CARDOSO, F. A. Radar zero e grau de inovação: um panorama sobre inovação nas empresas participantes do programa ALI-SEBRAE RJ. In: **Cadernos de Inovação em Pequenos Negócios: orientadores** [recurso eletrônico] / SEBRAE, CNPq. v.2, n.2, p.55-73, 2014.

COOKE, P. Regional innovation systems: competitive regulation in the new Europe. **Geoforum**, v. 23, n. 3, p. 365-382, 1992.

COOKE, P.; MORGAN, K. The network paradigm: new departures in corporate and regional development. *Environment and planning D: Society and space* v.11, n.5, p. 543-564, 1993.

COOKE, P.; URANGA, M. G.; ETXEBARRIA, G. Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. **Research policy**, v. 26, n. 4-5, p. 475-491, 1997.

DALCOMUNI, S. M. O papel dos gatekeepers no processo inovativo: a inovadora experiência de capacitação propiciada pelo Projeto ALI. In: **Cadernos de Inovação em Pequenos Negócios: comércio e serviços** [recurso eletrônico] / SEBRAE, CNPq. v.1, n.1, p.18-36, 2013.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance**. London: Pinter Publishers London and New York, 1987.

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

GRANOVETTER M. S. The strength of weak ties. **American journal of sociology**, v.78, n. 6, p.1360–1 380, 1973.

GRANOVETTER M. The impact of social structure on economic outcomes. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 19, n. 1, p. 33–50, 2005.

LE GALLO, J; PLUNKET, A. Regional gatekeepers, inventor networks and inventive performance: spatial and organizational channels. **Research Policy**, v. 49, n.5, 2020.

MAGGIONI, M. A.; UBERTI, T. E.: Inter-regional knowledge flows in Europe: an econometric analysis. In: FREKEN, K. (ed.) **Applied Evolutionary Economics and Economic Geography**, p. 230–255. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 2007.

MORRISON, A.; RABELLOTI, R.; ZIRULIA L. When do global pipelines enhance the diffusion of knowledge in clusters? **Economic Geography**, v.89 n.1, p. 77-96, 2013.

OLIVEIRA, R.M.; VELHO, L.M.L.S. Patentes acadêmicas no Brasil: uma análise sobre as universidades públicas paulistas e seus inventores. **Parc. Estrat. Brasília**, v. 14 n. 29, p. 173-200, 2009

POWELL W. W.; KOPUT, K. W.; SMITH, D. L. Inter organizational collaboration and the locus of innovation: networks of learning in biotechnology. **Administrative Science Quarterly**, v. 41, n 1, p. 116-145, 1996.

RODRIGUEZ, R. S.; GONÇALVES E. Hierarquia e concentração na distribuição regional brasileira de invenções por tipos de tecnologias. **Revista Brasileira de Inovação**. v.16, n.2, p. 225-266, 2017.

ROTHWELL, R.; FREEMAN, C.; HORLSEY, A.; JERVIS, V. T. P.; ROBERTSON, A. B.; TOWNSEND, J. Updated – project SAPPHO phase II. **Research Policy**, v. 3, n.3, p. 258-291, 1974.

RUIZ, R. M.; DOMINGUES, E. P. Aglomerações econômicas no Sul-Sudeste e no Nordeste brasileiro: estruturas, escalas e diferenciais. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 38 n.4, p. 701-746, 2008.

SINGH, J.; FLEMING, L. Lone inventors as sources of breakthroughs: myth or reality? **Management Science**, v. 56, n. 1, p. 41-56, 2010.