

Determinantes da Função de Intermediação de Conhecimento Tecnológico em Redes Inventivas Brasileiras

Drivers of gatekeeping in Brazilian inventive network

Raquel Coelho Reis

raquelcoelhoreis@gmail.com

Departamento de Economia

Universidade Federal de Juiz de Fora – Brasil

Endereço: Faculdade de Economia, Campus Universitário, Juiz de Fora-MG, 36036-330, Brasil.

Eduardo Gonçalves

(Correspondent Author)

eduardo.goncalves@ufff.edu.br

Departamento de Economia

Universidade Federal de Juiz de Fora – Brasil

Endereço: Faculdade de Economia, Campus Universitário, Juiz de Fora-MG, 36036-330, Brasil.

Juliana Gonçalves Taveira

julianagtaveira@gmail.com

Departamento de Economia

Universidade Federal de Juiz de Fora – Brasil

Endereço: Faculdade de Economia, Campus Universitário, Campus de Governador Valadares, Avenida Doutor Raimundo Rezende, 330 - Centro, Gov. Valadares - MG, 35012-140

Resumo

Gatekeepers são atores-chave que conectam diferentes sistemas regionais de inovação e podem ajudar a renovar o conhecimento. Este artigo aborda os fatores determinantes da função de intermediação entre inventores, segundo diferentes métricas de gatekeeper. O estudo é baseado em um painel rico e único de 48.022 inventores brasileiros de 2000 a 2012. Os principais resultados mostram associação positiva entre a função de intermediação e pertencer a uma instituição de ensino superior/pesquisa, possuir conhecimento em alta tecnologia e ter um nível de educação mais elevado. Dois outros determinantes relevantes são possuir conhecimento especializado e pertencer a instituições públicas.

Palavras-chave: Gatekeepers tecnológicos; Rede inventiva; Brokering; Gatekeeping; Inventores brasileiros.

JEL: O31, O33, D85.

Abstract

Gatekeepers are key actors who connect different regional innovation systems and can help renew knowledge. This paper addresses the drivers of gatekeeping using four different gatekeeper metrics. The study is based on a rich and unique panel of 48,022 Brazilian inventors from 2000 to 2012. As a result, we found a positive association between gatekeeping and some variables, such as belonging to a higher education/research institution, possessing knowledge in high technology, and having a higher education level. Two other relevant drivers are having specialized knowledge and belonging to public institutions.

Keywords: Technological gatekeepers; Inventive network; Brokering; Gatekeeping; Brazilian inventors.

JEL: O31, O33, D85.

1. INTRODUÇÃO

Os gatekeepers desempenham papel de intermediários na troca de conhecimento interno e externo e ocupam uma posição-chave nas redes de pesquisa e desenvolvimento (P&D) (Allen e Cohen, 1969). A inovação surge da combinação do processo de aprendizado de agentes de conhecimento existentes produzido no passado ou por meio da interação com outros atores (Graf e Kruger, 2011). Do ponto de vista regional, ao desempenhar tal papel em redes de inovação, os gatekeepers ajudam a renovar o conhecimento, superar barreiras tecnológicas e gerar inovações de melhor qualidade (Graf e Krüger, 2011; Breschi e Lenzi, 2015). Compreender os determinantes da função de intermediação exercida por gatekeepers em um sistema de inovação menos desenvolvido, como no Brasil, pode ser relevante. O conhecimento externo pode ser mais relevante em regiões periféricas de conhecimento (Morrison, 2008). Uma vez que os gatekeepers dispõem de formas de acessar novos conhecimentos e superar barreiras tecnológicas (Allen e Cohen, 1969; Breschi e Lenzi, 2015), as invenções dos gatekeepers podem ser consideradas de maior qualidade e capazes de impactar o desempenho inovador onde estão inseridos (Le Gallo e Plunket, 2020).

Gould e Fernandez (1989) introduziram a medida de gatekeeper mais comum. Eles consideram gatekeepers como agentes que mediam o conhecimento entre agentes internos e externos. No entanto, variações dessa medida podem ser observadas. Os gatekeepers podem ser classificados usando índices de centralidade, medidas que se concentram na intermediação e conexões acima da média, intensidade de conexão e medidas relacionadas à variedade, entre outras (Giuliani e Bell, 2005; Graf, 2011; Le Gallo e Plunket, 2020). Essa diversidade pode estar relacionada à falta de consenso sobre uma medida de gatekeeper universal, devido à dificuldade em estabelecer critérios além da presença de conexões internas e externas e em definir quem são os verdadeiros gatekeepers da rede (Graf, 2011). Além disso, Le Gallo e Plunket (2020) mencionaram a possibilidade de explorar se laços relacionais não redundantes também implicam na intermediação tecnológica.

Este artigo aborda os fatores determinantes da função de intermediação entre inventores, segundo diferentes métricas de gatekeeper. Para isso, são identificados os gatekeepers da rede brasileira de inventores no período 2000-2012 segundo diferentes critérios de classificação. Com isso, esse artigo busca contribuir para a literatura de inovação regional de diferentes maneiras. Primeiro, adiciona-se ao debate sobre as características individuais e ambientais que mais contribuem para que os gatekeepers exerçam a função de intermediação tecnológica, segundo diferentes métricas de gatekeeper, que ainda são pouco comparadas na literatura. Segundo, adicionam-se evidências sobre as características dos gatekeepers em um país em desenvolvimento como o Brasil.

Li et al. (2020) identificam como características principais dos gatekeepers a gestão de organizações científicas, a disposição para correr riscos e a obtenção de recursos para pesquisa, enquanto a produtividade e a criação de invenções de qualidade são fatores destacados por outros autores (Breschi e Lenzi, 2015; Le Gallo e Plunket, 2020). No entanto, várias questões permanecem

em aberto. Qual tipo de ambiente de trabalho influencia mais a função de intermediação tecnológica exercida pelos gatekeepers: indústria, instituições educacionais ou instituições públicas? Um tipo específico de conhecimento aumenta a probabilidade de intermediação tecnológica: diversificado ou especializado? E se o conhecimento for de alta tecnologia? Essas características variam de acordo com as medidas de gatekeeper? A medida selecionada subestima ou superestima o número de gatekeepers? Quais são as principais e comuns características da função de intermediação tecnológica dos gatekeepers? Este artigo busca responder a essas questões usando microdados extraídos de um banco de dados único de inventores brasileiros.

2. DESENVOLVIMENTO REGIONAL E REDES INOVATIVAS: A IMPORTÂNCIA DOS GATEKEEPERS

A importância da inovação para determinar a competitividade de longo prazo é bem estabelecida na literatura sobre desenvolvimento regional (Malecki e Malecki, 1991; Saxenian, 1996).

A relação entre inovação e desenvolvimento regional é mediada, quase sempre, por redes de colaboração, tanto informais quanto formais. Redes são espaços em que se canalizam fluxos de informações e conhecimento numa estrutura social (Owen-Smith e Powell, 2004) e são predominantes porque inovar sozinho se torna opção menos frequente tendo em vista a complexidade e a cumulatividade do conhecimento (Wuchty et al., 2007). Nesse sentido, reunir diferentes competências para inovar torna-se mais fácil quando é possível estabelecer colaborações entre atores com diferentes capacitações.

As vantagens das redes pessoais de colaboração estendem-se às regiões. Primeiro, é possível acessar conhecimento e competências externas que permitem fertilização cruzada de ideias. Segundo, colaborar envolve interação face a face, o que facilita a obtenção de conhecimento não codificado que está incorporado em pessoas. Terceiro, por meio de redes, pode-se subdividir tarefas e com isso diluir custos do processo de inovação, além de reduzir a incerteza e evitar a duplicação de esforços (Katz e Martin, 1997; Powell e Grodal, 2005).

Regiões dinâmicas do ponto de vista inovador combinam denso processo de interação social local ("local buzz"), que envolvem tanto redes formais e informais de colaboração intrarregionais, quanto pontes com outras regiões dinâmicas, por meio de canais formatados por redes colaborativas à distância ("global pipelines") (Bathelt et al, 2004; Simmie, 2001). Logo, se uma região não consegue produzir significativo "pool" de conhecimento de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) local, ela pode tentar compensar a pobreza de transbordamentos locais, por fazer pontes e acessar externamente parte dos benefícios de ambientes aglomerativos mais ricos (Grillitsch e Nilsson, 2015). Além dessa vantagem para regiões mais periféricas, redes evitam obsolescência e lock-in independentemente do nível de desenvolvimento regional (Miguelez e Moreno, 2013; Boschma, 2005; Hassink, 2005).

As redes são importante aspecto dos sistemas regionais de inovação, partindo do princípio de que os atores constituintes do sistema interagem entre si (Lundvall, 1988). As relações entre os atores são capturadas pela rede de inovadores regional (Cantner et al., 2010). Ainda que a própria rede esteja inserida na dimensão espacial (Ter Wal e Boschma, 2008), há evidências de que as dimensões de proximidade são complementares ou substituíveis (Cassi e Plunket, 2015). Assim, a dimensão social ou relacional adquire maior importância, sendo as redes os canais pelos quais o conhecimento pode se difundir dentro e entre regiões (Wanzenböck e Piribauer, 2018). Dentro das redes, há atores que mediam fluxos de conhecimento, possuindo papel distinto em relação a outros. A próxima subseção abordará o papel dos gatekeepers.

2.1. Gatekeepers e sua relevância para o sistema de invenção

O conceito de gatekeepers foi introduzido na literatura para referir-se aos "boundary spanners" (pessoas que atravessam fronteiras) e agentes que garantem acesso a fontes externas de conhecimento (Allen e Cohen, 1969). Como uma extensão do termo original, "gatekeepers tecnológicos" definem grupos de agentes ligados a atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D),

sendo grupos de pessoas-chave que buscam outros agentes externos para obter informações tecnológicas (Petruzzelli, 2008; Allen e Cohen, 1969).

Com um escopo mais amplo, esse termo designa agentes capazes de buscar e selecionar conhecimento externo a aglomerações locais, como novos produtos, ideias e técnicas, disseminando-os para os agentes locais com poucas conexões (Allen e Cohen, 1969). Do ponto de vista regional, gatekeepers podem ter várias funções primordiais, principalmente se se pensa em sistemas regionais de inovação, onde as interações entre os agentes são fundamentais para criar e disseminar inovação e permitir sua inserção em sistemas mais amplos, como os sistemas nacionais e globais de inovação (Asheim et al, 2011). Parte da literatura relaciona performance de sistemas regionais de inovação à presença e à efetividade de organizações que funcionam como gatekeepers (Giuliani e Bell, 2005; Graf, 2011).

A primeira função de gatekeepers é capturar, filtrar, traduzir e disseminar conhecimento de fora do cluster regional para outros atores internos, sendo uma função similar a um hub de conhecimento (Graf e Krüger, 2011; Vermeulen e Pyka, 2018; Giuliani e Bell, 2005; Giuliani, 2011; Morrison et al, 2013). Gatekeepers, então, decodificam conhecimento de natureza mais tácita para adaptação aos parceiros locais que podem pertencer à mesma organização ou não (Katz e Tushman, 1981). Isso reduz os custos de coordenação e facilita o processo de recombinação de conhecimento do processo de invenção (Le Gallo e Plunket, 2020).

Outra função é aumentar a capacidade absorptiva local, superando dificuldades advindas de distâncias organizacionais e geográficas (Le Gallo e Plunket, 2020; França e Vonortas, 2023) e fortalecendo redes de colaboração que podem substituir deficiências da aglomeração local (Wilhelmsson, 2009). Nesse aspecto, organizações de pesquisa públicas funcionam mais como gatekeepers que atores privados (Graf, 2011). A superação das distâncias é importante mesmo para cluster com alto nível de externalidades não pecuniárias locais, tendo em vista que a combinação de forte conjunto de externalidades não pecuniárias locais (“*local buzz*”) e conexões globais (“*global pipelines*”) é que permitem o dinamismo inovador regional (Bathelt et al, 2004). Contatos e conhecimentos externos ao cluster são vitais para o desempenho inovador de uma região, desde que possam alcançar o sistema local (Graf e Kruger, 2011), papel desempenhado pelos gatekeepers.

Em consequência, a centralidade dos gatekeepers na rede possibilita renovação de base de conhecimento local, conduzindo a maior produtividade tecnológica (Breschi e Lenzi, 2015). Quando se menciona renovação, é possível pensar em dois aspectos inter-relacionados. Um seria a diversificação da base de conhecimento. Outro seria evitar o aprisionamento regional na mesma tecnologia (“*regional lock-in*”). Assim, a atuação do gatekeeper pode contribuir para quebrar o aprisionamento e, ao mesmo tempo, diversificar a base de conhecimento local permitindo a entrada em novas áreas tecnológicas (Burt, 2004; Breschi e Lenzi, 2015).

Os gatekeepers desempenham um papel crucial nos sistemas regionais de inovação, onde as interações entre agentes são fundamentais, especialmente para criar e disseminar inovação e permitir sua inserção em sistemas mais amplos, como os sistemas nacionais e globais de inovação (Asheim et al, 2011). Mais especificamente, as funções dos gatekeepers servem para filtrar e traduzir conhecimento não relacionado, externo à região, para integrantes internos ao sistema regional (Vermeulen e Pyka, 2018). Nesse aspecto, a presença de gatekeepers no território está associado a um maior número de patentes per capita, ao aumento de patentes de alta tecnologia e a um maior nível de especialização tecnológica em regiões brasileiras (Gonçalves et al., 2023).

Embora as funções dos gatekeepers sejam bem estabelecidas na literatura, como visto acima, há vários critérios para se medir gatekeepers. A seção seguinte mostra as principais formas de medição.

2.2. Gatekeepers: principais formas de medição

Este artigo se baseia em Análise de Redes Sociais para mapear redes de invenção no Brasil. A Análise de Redes Sociais é uma técnica derivada da teoria dos grafos que analisa estrutura, posição e propriedades de atores e seus relacionamentos com outros agentes (Wasserman e Faust, 1995). Vários são os estudos que trazem a aplicação da técnica para geografia econômica e inovação (Gabher e Ibert, 2006; Ter Wal e Boschma, 2008), dando ênfase à formação de rede e à posição

relativa dos inventores.¹ Redes de colaboração para invenções são formadas de nós e laços. Neste caso, os nós são representados pelos inventores e laços são as relações de coautoria na patente. Quando laços entre inventores de diferentes regiões são estabelecidos, tem-se laços inter-regionais; do contrário, os laços são intrarregionais.

Definida a rede de inventores, é preciso identificar aqueles que exercem a função de gatekeepers. Após revisar os principais artigos da literatura, identificamos várias aplicações, definições e medidas relacionadas aos gatekeepers, sendo as principais resumidas no Quadro 1.

Alguns estudos adotam mais de uma medida de gatekeeper, embora suas escolhas pareçam arbitrárias. No entanto, vários estudos convergem para o conceito de que os gatekeepers interagem com agentes internos e externos ao seu ambiente de origem. Ao considerar a variedade de medidas existentes, pode-se questionar se essa característica por si só garante que os agentes se comportem de fato como gatekeepers de rede.

O trabalho pioneiro de Gould e Fernandez (1989) introduziu a medida de gatekeeper que serve como base para medidas posteriores na literatura. Os autores relacionaram os gatekeepers às atividades de intermediação, sendo que esses agentes também são chamados de "brokers". Assim, os gatekeepers foram considerados intermediários nas trocas de recursos que envolviam pagamento monetário para eles. Obviamente, os ganhos dos agentes ao mediar fluxos/trocas de recursos e conhecimento não são exclusivamente monetários, mas também estão relacionados a outras formas de poder.

Desde a medida pioneira de Gould e Fernandez (1989), a literatura aponta que os gatekeepers têm uma centralidade intermediária (betweenness) nos fluxos de conhecimento externos (saída) e internos (entrada). Assim, ao interagirem simultaneamente com agentes internos e externos, eles são responsáveis por captar conhecimento externamente e disseminá-lo internamente. Para os autores, "gatekeeping" ocorre quando o acesso a informações/recursos é seletivamente concedido aos membros de seu grupo. No entanto, várias modificações foram feitas na medida seminal introduzida por Gould e Fernandez (1989), e um dos trabalhos mais citados na literatura se refere ao de Giuliani e Bell (2005).

Os autores investigam aglomerados tecnológicos compostos por empresas, onde o fluxo de conhecimento é orientado diretamente e o conhecimento técnico originado de uma empresa é absorvido por outras empresas locais. Além disso, seu estudo investiga a probabilidade de uma empresa ser uma fonte de conhecimento (out-degree) e absorver conhecimento intra-aglomerado (in-degree). Nesse contexto, o gatekeeper tecnológico é um agente com fortes conexões com fontes externas de conhecimento e ocupa uma posição central na rede local, atuando como uma fonte de conhecimento e um out-degree no nível regional.

Graf (2011) distingue entre agentes isolados, agentes com apenas laços locais e agentes com apenas laços externos, mas considera que apenas agentes com conexões internas e externas podem ser chamados de gatekeepers. Reconhecendo a falta de critérios estáveis e precisos para definir gatekeepers, o autor sugere o uso de duas medidas que abordam o número de conexões internas e externas dos agentes. A primeira é dada pelo produto do número de relações internas e externas que um agente possui. Agentes com o mesmo número de conexões internas e externas apresentarão valores mais altos nessa medida em comparação com aqueles com mais conexões de um tipo do que de outro. Portanto, essa medida captura a intensidade da conexão de um agente (várias vias de troca de conhecimento com um único agente) e não sua variedade (várias vias de troca de conhecimento com diferentes agentes). O autor sugere outra medida para capturar a variedade de links internos e externos, que é dada pelo número de parceiros distintos usando uma matriz de relação binária como base. Vale ressaltar que essa medida se aproxima da de Gould e Fernandez (1989). Graf e Krüger (2009) também usam duas medidas de gatekeeper - uma seguindo Graf (2011) e outra seguindo Gould e Fernandez (1989) - e investigam ainda a associação dessas variáveis no desempenho inventivo quando ao quadrado.

Kim e Park (2010) estudam o gatekeeping em redes de pesquisa global. Em seu estudo, os gatekeepers desempenham uma função de "ponte" conectando empresas localizadas em diferentes regiões da rede global. Ou seja, os gatekeepers absorvem informações e recursos extra-regionais e,

¹ A análise de redes sociais, no campo da geografia da inovação, tem sido usada para investigar a extensão e o significado da dimensão geográfica das externalidades, a relação complementar ou substituta entre os diferentes tipos de proximidades, as propriedades das relações sociais entre agentes imersos numa rede e suas consequências para o processo de difusão de conhecimento tecnológico (Autant-Bernard et al., 2007).

em seguida, os disseminam para empresas intra-regionais. Portanto, nesse contexto, uma empresa desempenha a função de gatekeeper internacional sempre que se encontra a uma distância geodésica (considerando a posição da empresa) entre um sistema extra-regional e um intrarregional.

Everett e Borgatti (2012) usam a medida de centralidade de betweenness de Gould e Fernandez (1989). Essa medida considera a tríade em que A se conecta a B, B se conecta a C, mas A e C não se conectam diretamente. B ocupa uma posição intermediária nessa tríade, mas será considerado um gatekeeper apenas se A for um agente externo, enquanto C e B estão na mesma localização. Breschi e Lenzi (2015) também usam a medida de Gould e Fernandez (1989), mas a adaptaram considerando também que o gatekeeping se refere ao caminho mais curto para a troca de conhecimento entre agentes internos e externos.

Le Gallo e Plunket (2020) comparam duas medidas existentes na literatura que definem gatekeepers. Quanto à medida de Giuliani e Bell (2005), eles substituíram as medidas de in-degree e out-degree pela centralidade de betweenness padronizada calculada pela localização do inventor. Assim, agentes apresentando centralidade de betweenness e número de conexões externas diretas acima da média são considerados gatekeepers. Seguindo Gould e Fernandez (1989), a outra medida define o gatekeeper com base no conceito de caminho mais curto e aquele que apresenta um valor absoluto positivo de intermediação conforme Lissoni (2010).

Na próxima seção, aplicaremos as diferentes medidas de gatekeeper a dados da rede de invenções brasileira para examinar as características dos gatekeepers.

3. ESTRATÉGIA EMPÍRICA: DADOS E METODOLOGIA

3.1. Identificação de gatekeepers

O primeiro passo metodológico foi identificar se os inventores mencionados nos documentos de patentes haviam trabalhado com co-inventores nesse depósito de patente e se pertenciam à mesma região geográfica. Esse passo teve como objetivo classificar as relações entre inventores e co-inventores como sendo intrarregionais ou inter-regionais.

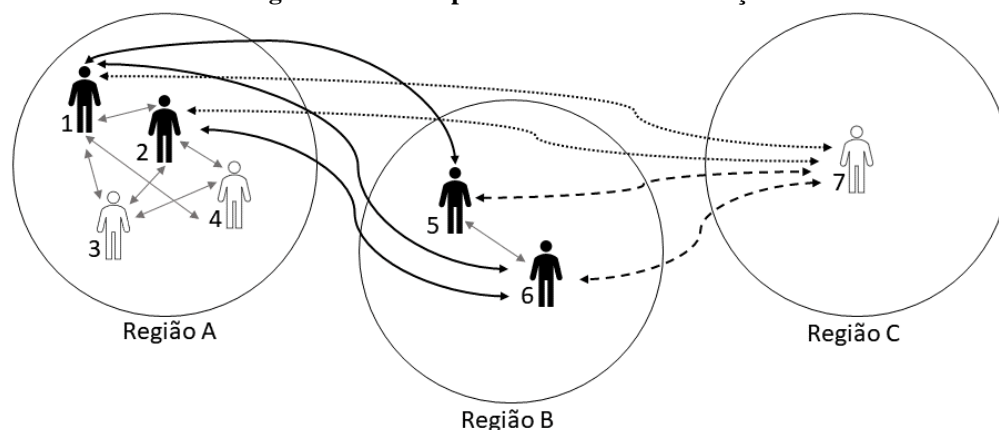
A Figura 1 mostra as relações intra e inter-regionais entre os inventores que são base para classificá-los como gatekeepers sob as diferentes métricas consideradas neste artigo. Os inventores "1", "2" e "6" representam os gatekeepers tipo 1 e intermedeiam os fluxos de conhecimento entre agentes internos às suas regiões e inventores de outras regiões, como em Gould e Fernandez (1989). É possível notar que os inventores "3" e "4" só acessam conhecimentos externos a sua região por intermédio das conexões dos inventores "1" e "2", assim como o inventor "5" que recebe conhecimentos do inventor "2" da região A por meio do gatekeeper "6" localizado em sua região.

Os inventores "5" e "6" representam os gatekeepers tipo 2 porque são uma fonte líquida de conhecimento externo, como em Giuliani e Bell (2005). Seu índice de centralidade de saída (conexões inter-regionais) é superior ao seu índice de centralidade de entrada (conexões intrarregionais).

Os gatekeepers da terceira classificação referem-se a todos os inventores que possuem ligações internas e externas na rede simultaneamente. Portanto, os inventores "1", "2", "5" e "6" são gatekeepers referentes à terceira classificação, e sua intensidade de conexão depende do produto de ligações internas e externas, como em Graf (2011). A intensidade é representada pelo número de setas que representam os fluxos de conhecimentos, sendo que o inventor "1" é o que mostra a maior intensidade, neste exemplo.

Por fim, a medida sugerida por Plunket e Le Gallo (2020) é a medida de Gatekeeper 4. Nesse caso, apenas os inventores "1" e "6" atendem ao critério. O inventor "1" possui uma ligação não redundante (única) em sua região com o inventor "5" (região B), enquanto o inventor "6" é o único em sua região com ligações para o inventor "2" da região A. Assim, eles acessam uma fonte de conhecimento única e não redundante para suas regiões. Os inventores "3", "4" e "7" não são classificados como gatekeepers por nenhum critério.

Figura 1: Gatekeepers sob diferentes definições



Fonte: Elaborada pelos autores.

Resumidamente, nossas quatro medidas distintas de gatekeepers são descritas da seguinte forma:

a) Gatekeeper Gould e Fernandez (1): com base em Gould e Fernandez (1989), essa medida define os gatekeepers como os inventores que intermediam a troca de conhecimento entre atores externos e locais. Essa medida pode incluir conhecimento não redundante e um maior número de conexões externas do que internas, ou não. Eles funcionam como "pontes" conectando agentes de duas regiões diferentes, sendo essa a medida mais comum e usual.

b) Gatekeeper Giuliani e Bell (2): essa medida considera um tipo de grau de centralidade usado por Giuliani e Bell (2005), obtido por meio da rotina de corretagem para o software R (Butts 2007; Butts et al. 2012). É uma medida binária que assume o valor 1 se o agente é a fonte líquida de conhecimento com base no índice de centralidade de in-degree/out-degree, e 0 se o contrário. Eles têm tanto ligações internas quanto externas, mas devem ter mais ligações externas do que internas.

c) Gatekeeper Graf (3): com base em Graf (2011), essa medida considera a intensidade das conexões de um inventor resultante do produto das conexões internas e externas desse inventor. A medida considera como gatekeepers aqueles com ligações internas e externas simultaneamente, mas é baseada na intensidade da conexão.

d) Gatekeeper LeGallo e Plunket (4): aplica a proposta de LeGallo e Plunket (2020) sobre gatekeepers com ligações únicas e não redundantes na função de intermediação do conhecimento, que ainda não foi aplicada na literatura. Essa definição é semelhante à primeira, mas aqui a conexão com o inventor no exterior deve ser única e não redundante. Por exemplo, se o inventor "a" da região "A" é o único a se conectar com qualquer inventor da região B, e "a" também se conecta com outros inventores na mesma região "A", então "a" é um gatekeeper com ligações únicas e não redundantes.

3.2. Dados

Os dados de patentes utilizados neste artigo são provenientes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e compreendem um painel de dados anuais em nível de inventor para os anos de 2000 a 2012, o único período para o qual existem microdados disponíveis sobre as características dos inventores. Para efetuar a desambiguação e vincular diferentes bancos de dados, utilizamos o número de registro de contribuinte do inventor no Cadastro de Pessoas Físicas (CPF). Os dados sobre nível de educação e ambiente de trabalho são provenientes do banco de dados Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Utilizamos o CPF para relacionar os inventores às suas características pessoais provenientes da RAIS.

A unidade espacial de análise é a região de influência de uma determinada cidade (também chamada de REGIC). Essa medida captura o efeito de polarização das aglomerações urbanas sobre as áreas circundantes de uma cidade em seu nível mais desagregado. A classificação utilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) divide a estrutura urbano-regional brasileira em 482 regiões de influência. Inventores sem informações disponíveis sobre o local de residência foram excluídos da amostra. Os dados de patentes do INPI são compostos por 12.994 registros com inventores não solos, ou seja, depósitos de patentes com informações sobre inventores e co-inventores. No total, a rede é composta por 48.022 inventores, dos quais 20.243 colaboraram para inventar.

3.3. Variáveis e modelo econométrico

Como o objetivo do artigo é investigar os principais fatores que influenciam a função de intermediação executada pelos gatekeepers, sendo estes medidos por diferentes critérios. O modelo empírico pode ser expresso por:

$$\text{Gatekeeping}_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Gatekeeping é a variável dependente que registra a função de intermediação exercida pelo inventor. Um único inventor pode exercer uma função de intermediação mais de uma vez na amostra e a função é medida pelos critérios descritos na subseção 3.1. Além disso, β_0 é a constante; X_{it} representa o vetor de variáveis explicativas; e ε é o termo de erro.

Aa variáveis do modelo estão resumidas no quadro 1 abaixo e o vetor de variáveis explicativas (X_{it}) é descrito a seguir.

Quadro 1: Descrição das variáveis utilizadas

Variáveis	Tipo de variável	Construção	Fonte	Sinal esperado
Gatekeeping de acordo com critério Gatekeeper (1), (3) e (4)	Contagem	Ver seção 3.1	INPI	
Gatekeeping de acordo com critério Gatekeeper (2)	Dummy	=1 Se o inventor é fonte líquida de conhecimento com base no índice de centralidade in-degree/out-degree e zero caso contrário	INPI	
Conhecimento em Alta Tecnologia	Quantitativa	Patentes de alta tecnologia do inventor/ total de patentes do inventor	INPI	+
Diversificação tecnológica	Quantitativa	Patentes de classes tecnológicas distintas do inventor/ total de patentes do inventor	INPI	-
Pós-graduação	Dummy	=1 se possui pós-graduação (mestrado ou doutorado)	RAIS	+
Instituição de ensino	Dummy	= 1 se pertence à instituição de ensino pública ou privada	RAIS	+
Instituição pública	Dummy	= 1 se pertence à instituição de administração pública, exceto de saúde e de ensino	RAIS	+
Indústria	Dummy	= 1 se pertence à indústria	RAIS	+/-
Grande organização	Dummy	=1 se empresa possui mais de mil funcionários	RAIS	+/-
Metrópole	Dummy	=1 se reside em região metropolitana	RAIS	+/-

Fonte: Elaboração própria.

A variável de conhecimento de alta tecnologia indica se os gatekeepers são especializados nesse tipo de conhecimento, com base nos códigos de patente de quatro dígitos, de acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC). A variável representa o número de classes tecnológicas de alta tecnologia diferentes dividido pelo número total de patentes depositadas pelo gatekeeper. Os gatekeepers devem ser especializados em alta tecnologia, pois esse tipo de conhecimento é mais tácito e específico, requerendo habilidades de intermediação para projetos de P&D nessas áreas. Katz e Tushman (1981) afirmam que gatekeepers são mais necessários em projetos de P&D de natureza mais específica, com um caráter mais tácito. A diversificação tecnológica considera o número de classes tecnológicas diferentes nas quais as patentes dos gatekeepers são classificadas, considerando um total de 32 subdomínios tecnológicos. Essa variável mede o grau de especialização ou diversificação do conhecimento tecnológico do gatekeeper. Como os gatekeepers são mais necessários em projetos de P&D específicos (Katz e Tushman, 1981), eles podem ter um conhecimento mais aprofundado em algumas tecnologias diferentes, o que resultaria em um sinal negativo para a variável medida aqui.

O nível de educação utiliza o título acadêmico para construir uma variável dummy que indica se os inventores possuem mestrado, doutorado ou outro nível acima de ensino superior no período t considerado. Espera-se que níveis educacionais mais elevados sejam uma condição para desempenhar o papel de gatekeeper, pois há evidências de que os gatekeepers possuem maior capacidade de absorção (Graf, 2011), produzem invenções de maior qualidade (Le Gallo and Plunket, 2020) ou trabalham em instituições de ensino que exigem um grau mais elevado (Balland et al., 2019).

O ambiente de trabalho dos gatekeepers é medido por variáveis dummies que indicam se eles pertencem a uma instituição pública, a uma instituição de ensino superior/pesquisa ou a um setor industrial, em cada período t considerado. A motivação para incluir essa variável está relacionada à evidência de que a intermediação pode estar associada a instituições públicas ou instituições de ensino (Graf, 2011; Balland et al., 2019).

O tamanho da organização é uma variável dummy que assume o valor 1 se a organização à qual o inventor pertence possui mais de 1.000 funcionários (grande organização) e zero caso contrário, no período t . O sinal desse coeficiente pode ser negativo ou positivo. O tamanho das instituições ou empresas pode afetar a intermediação de diferentes maneiras. Grandes filiais multinacionais podem não interagir intensivamente com parceiros locais para proteger seu know-how ou devido à falta de interações lucrativas com empresas menos desenvolvidas nos clusters regionais. No entanto, se encontrarmos um ambiente rico inter-relações locais de alta qualidade e conexões globais, grandes organizações podem criar condições mais favoráveis para a intermediação (Morrison, 2008).

Área metropolitana é uma variável dummy com valor 1 se o inventor pertence a uma região metropolitana e zero caso contrário, no período t . O sinal desse coeficiente é incerto, a priori. O tamanho da cidade pode favorecer a intermediação tecnológica se as regiões proporcionarem um ambiente fértil em termos de externalidades locais e conexões globais. Grandes áreas metropolitanas podem ser mais abertas a fluxos de conhecimento externo, apresentando uma maior concentração de inventores do tipo gatekeeper. Por outro lado, cidades menores podem depender de inventores do tipo gatekeeper para mediar o conhecimento devido à ausência de um ambiente rico em derramamentos locais (Bathelt et al., 2004; Grillitsch e Nilsson, 2015).

Dadas as diferentes características das medidas de gatekeeper, para a estimação da equação 1, utilizaremos dois métodos distintos. O Probit de Efeitos Aleatórios de Chamberlain, é aplicado quando a medida utilizada como dependente é a variável dicotômica Gatekeeper (2). Por outro lado, a utilização das medidas Gatekeeper (1), Gatekeeper (3) e Gatekeeper (4) requer um modelo adequado, pois os dados seguem uma distribuição com característica de contagem. Logo, opta-se pelo Binomial Negativo². Ambos os métodos consideram a característica de painel dos dados a fim de controlar por uma possível heterogeneidade não observada, como a habilidade inata do inventor. Utilizam-se efeitos aleatórios para se controlar esse efeito não observado.³

3.4. Métodos de Estimação Econométrica

O Probit de Efeitos Aleatórios de Chamberlain (Mundlak, 1978; Wooldridge, 2002) inclui um vetor das médias dos regressores variantes no tempo como variáveis de controle para correlacionar o efeito aleatório e os regressores (Mundlak, 1978). Essa estimação permite a correlação entre os efeitos individuais e a média individual dos regressores, além de relaxar a suposição de não correlação entre o termo de erro e os regressores (Wooldridge, 2002).

Como o binomial negativo de efeitos fixos condicionais não é um modelo de "efeitos fixos verdadeiros", pois permite a introdução de regressores específicos do indivíduo (Allison e Waterman, 2002), estimou-se o binomial negativo usando um método híbrido. Esse método permite, além dos efeitos aleatórios, estimar os coeficientes de efeitos fixos para preditores variantes no tempo. Isso é feito decompondo-se os preditores variantes no tempo como uma média específica do indivíduo e um desvio em relação a essa média. Ambos os conjuntos de variáveis são incluídos no

² O modelo Binomial negativo relaxa o pressuposto do método de Poisson de que média seja igual a variância e leva em conta a superdispersão dos dados.

³ Como a amostra de gatekeepers representa apenas uma pequena parcela de inventores que possuem ligações internas e externas na rede do Brasil e observa-se uma variação *within* pequena nas variáveis, a estimação por efeitos fixos não seria adequada (Green e Tukey, 1960).

modelo de regressão, juntamente com quaisquer preditores invariantes no tempo, e então estimados pelo binomial negativo de efeitos aleatórios (Allison, 2005).

4. RESULTADOS

Pelas estatísticas relacionadas às variáveis que caracterizam as funções de gatekeeping 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 as características individuais das funções de intermediação tecnológica dos gatekeepers. Observa-se ainda uma maior concentração de inventores em instituições de ensino (19%) do que em instituições públicas (8%) e indústria (8%). Na média, tem-se menos inventores com pós-graduação (14%) e a maioria está em região metropolitana (68%).

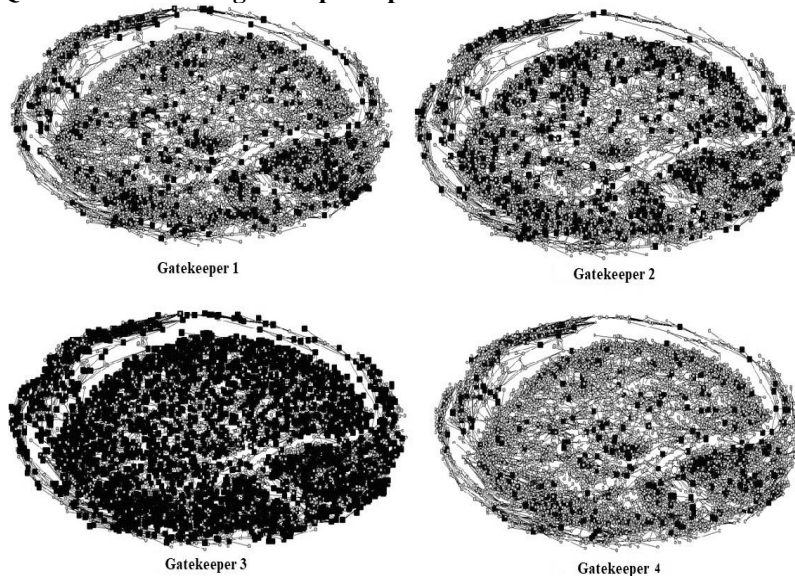
Tabela 1. Estatísticas descritivas das variáveis independentes (2000-2012)

Variáveis	Média	Desvio padrão	Min	Max
<i>Conhecimento em Alta Tecnologia</i>	0,24	0,41	0	2
<i>Diversificação tecnológica</i>	0,57	0,32	0	2
<i>Pós-graduação</i>	0,14	0,34	0	1
<i>Instituição de ensino</i>	0,19	0,39	0	1
<i>Instituição pública</i>	0,08	0,27	0	1
<i>Indústria</i>	0,08	0,27	0	1
<i>Grande organização</i>	0,26	0,44	0	1
<i>Metrópole</i>	0,68	0,46	0	1

Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do INPI e da RAIS referente aos anos de 2000 a 2012.

A Figura 2 representa todas as conexões entre os inventores na rede de invenção brasileira e identifica os possíveis gatekeepers (pontos mais escuros) de 2000 a 2012.

Figura 2: Quatro conceitos de gatekeepers aplicados à rede inventiva brasileira (2000-2012).



Fonte: Elaborada pelos autores por meio do software Gephi.

O número total de inventores classificados como gatekeepers muda significativamente de acordo com os critérios utilizados. Do total de inventores que colaboraram no período, 2,6% (533) são gatekeepers do tipo (1), 5,6% (1.133) são do tipo (2), 26% (5.295) são do tipo (3) e 1,6% (317) são do tipo (4). Os gatekeepers do tipo (1) e (2) são os mais comuns ou citados na literatura. O gatekeeper (3) é a medida menos restritiva, o que permitiu classificar vários inventores como gatekeepers. O gatekeeper (4) é a medida mais restritiva e resultou em menos inventores como gatekeepers. Dos 533 gatekeepers do tipo (1), 177 também são gatekeepers pelo critério (2), 533 também são do tipo (3) e 315 também são gatekeepers pela medida (4). Dos 1.133 gatekeepers do tipo (2), 1.133 também são gatekeepers do tipo (3), mas apenas 129 também são gatekeepers do tipo (4). Outros 317 gatekeepers do tipo (4) também são gatekeepers pelo critério (3). Os gatekeepers do tipo (3) referem-

se a todos os inventores com ligações internas e externas. Portanto, essa medida contém todos os outros tipos de gatekeepers e mais inventores na rede com essa característica comum. A medida do tipo (1) geralmente captura gatekeepers do tipo (4), mas o contrário é inválido. A medida do tipo (2) frequentemente classifica gatekeepers do tipo (1) com 33% de probabilidade, mas o oposto é apenas 15%.

A medida gatekeeper (1) e a (4) permitem identificar mais adequadamente a função de intermediação. A (1) é a mais usada na literatura e a (4) é uma medida bem rigorosa, ainda que seja desdobramento da primeira, por contabilizar apenas indivíduos únicos, ou laços não-redundantes, na função de intermediar colaborações entre regiões diferentes. Intuitivamente, a medida (2) dá ênfase sobre os gatekeepers com mais laços externos que internos, enquanto a medida (3), menos restrita entre todas, considera a intensidade de contatos.

A Tabela 2 mostra os determinantes do status de gatekeeper de acordo com as diferentes métricas, sendo o número da coluna correspondente à métrica utilizada. Assim, as colunas 1, 3 e 4, medidas de Gatekeeper (1), Gatekeeper (3) e Gatekeeper (4), respectivamente, foram estimados via Binomial Negativo Híbrido. A coluna 2, que corresponde a dummy de Gatekeeper (2), foi estimada pelo Probit de Efeitos Aleatórios de Chamberlain.

Definido pelo seu papel intermediário nos fluxos de conhecimento interno e externo, a função de intermediação definida pelo critério gatekeeper (1) está positivamente associada a níveis de educação mais elevados e posse de conhecimento em alta tecnologia. Os inventores classificados como gatekeeper 1 parecem dominar um tipo de conhecimento não diversificado. Esse resultado pode indicar que esses inventores são mais eficazes na absorção de conhecimento tecnológico especializado de fora da região e tornando-o compreensível em sua região. A especialização do conhecimento não surpreende tendo em vista a crescente complexidade e cumulatividade do conhecimento (Jones, 2009). Em geral, eles estão vinculados a instituições de ensino e instituições públicas. Esses resultados também são corroborados por outros da literatura brasileira. O uso dessa medida em Gonçalves et al. (2023) mostra que a presença desse tipo de gatekeeper em geral conduz a mais patentes per capita, patente de alta tecnologia e à especialização tecnológica regional.

Tabela 2. Determinantes da função de intermediação segundo diferentes definições de gatekeepers na rede inventiva brasileira (2000-2012)

Variáveis	Gatekeeper 1 (Binomial Negativo)	Gatekeeper 2 (Probit de Chamberlain)	Gatekeeper 3 (Binomial Negativo)	Gatekeeper 4 (Binomial Negativo)
<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)	1,46x10 ⁻³ * (0,00)	-5,25*** (0,12)	-11,09*** (0,36)
<i>Instituição de ensino superior e de pesquisa</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)	4,87x10 ⁻³ (0,00)	0,64*** (0,19)	2,46*** (0,43)
<i>Setor Industrial</i>	-0,16 0,29	3,67x10 ⁻³ (0,00)	-0,22 (0,18)	1,26*** (0,38)
<i>PhD</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>Área Metropolitana</i>	0,37* (0,19)	-0,01*** (0,00)	-0,08 (0,12)	1,48*** (0,26)
<i>Dummies de Anos</i>	Sim	Sim	Sim	Sim
<i>Teste LR</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	64053	4.552,96
<i>BIC</i>	6.171,85	10.126,22	64309,54	4.809,50
<i>N</i>	20.243	20.243	20.243	20.243

Fonte: Elaboração própria.

Nota¹: *, **, *** denotam respectivamente níveis de significância de 10%, 5%, e 1%.

Nota²: Desvios-padrões entre parênteses.

Nota³: As estimações gatekeepers 1, 3 e 4 têm como base o modelo binomial negativo híbrido; e gatekeeper 2, o modelo Efeitos Marginais de Probit de Chamberlain.

Com base em Giuliani e Bell (2005), a segunda medida de gatekeeper dá mais peso às conexões externas do que às internas e também mostra uma correlação positiva com instituições de ensino e níveis mais altos de educação. O conhecimento em alta tecnologia e a diversificação tecnológica desse conhecimento são menos evidentes, considerando que o resultado é significativo apenas a 10%. Nesse caso, inventores com mais colaborações externas do que internas também têm maior probabilidade de estar em regiões não metropolitanas do que em regiões maiores. Como a medida considera inventores com várias colaborações externas, esses atores podem estar desempenhando a função de trazer conhecimento para suas regiões periféricas para suprir a necessidade de fornecer uma fonte local escassa de externalidades, como já apontado na literatura (Grillitsch e Nilsson, 2015).

Os inventores classificados como gatekeepers do tipo 3 são mais frequentes, porque esta medida é menos estrita que as outras (Graf, 2011). Mesmo assim, as funções de intermediação dos inventores classificados como gatekeepers por esse critério possuem determinantes semelhantes aos encontrados nos gatekeepers do tipo 1, como: conhecimento em alta tecnologia e conhecimento tecnológico especializado, título de mestrado ou doutorado; e vínculo com instituições de ensino e instituições públicas. Essas características estão de acordo com a função pública de instituições que agem como intermediárias de colaborações (Graf, 2011; Balland et al., 2019). O conhecimento em alta tecnologia pode se explicar pelo carácter específico do conhecimento em P&D de alta tecnologia, já que para Katz e Tushman (1981) projetos de carácter mais universal não necessitam de intermediários para superar obstáculos de comunicação. Os resultados de pertencimento a instituições educacionais e títulos acadêmicos de mestrado e doutorado estão associados a características que a literatura tem apontado para os gatekeepers, como alta capacidade de absorção, maior produtividade e produção de invenções de maior qualidade (Graf, 2011; Balland et al., 2019; Breschi e Lenzi, 2015; Le Gallo e Plunket, 2020). Os coeficientes referentes ao trabalho em um setor

industrial, pertencer a uma organização grande e estar em uma área metropolitana não são estatisticamente significativos.

A quarta medida baseia-se na ideia de que os gatekeepers têm laços únicos e não redundantes com agentes externos, além de mediar trocas de conhecimento interno/externo dentro/fora de suas regiões. Verificar a presença de laços não redundantes pode ser considerado um critério mais rigoroso (em comparação com os critérios adotados em outras medidas), mas destaca a relevância dos gatekeepers na ponte de acesso a conhecimentos exclusivos na rede. Como em outras medidas de gatekeeper, os resultados aqui também apontam para associação positiva entre a função de intermediação e conhecimento em alta tecnologia, conhecimento especializado, alto nível de educação e vínculo com instituições de ensino e instituições públicas. No entanto, ao contrário das outras colunas, a quarta coluna na Tabela 2 mostra a relevância de pertencer a um setor industrial, a uma organização com menos de mil funcionários e a uma área metropolitana. Pequenas e médias empresas podem se valor desse tipo de inventor como ponte para trazer conhecimento que não se acessa por outros inventores na região.

5. CONCLUSÕES

Este artigo procura identificar as características pessoais e relacionadas ao ambiente que determinam as funções de intermediação tecnológica exercidas pelos gatekeepers, de acordo com diferentes métricas encontradas na literatura. Os resultados derivados do uso de diferentes critérios de definição de gatekeeping sugerem cautela ao se escolher uma medida de gatekeeper, uma vez que o número de inventores classificados como gatekeepers muda substancialmente de acordo com a medida utilizada. Essas medidas levam a classificações específicas que não são diretamente comparáveis entre si. Portanto, sugere-se o uso combinado de todas elas, quando possível.

O artigo também contribui para o debate sobre as medidas de intermediação não consensuais. Embora o número de gatekeepers varie substancialmente de acordo com os critérios utilizados para defini-los, é possível encontrar atributos comuns à função de gatekeeping.

Em resumo, as funções de intermediação tecnológica geralmente são associadas a instituições de ensino superior e pesquisa e a inventores com diploma de pós-graduação (mestrado ou doutorado), o que reforça resultados anteriores encontrados, que apontam para o papel de intermediação exercido pelas universidades como no Brasil (Françoso e Vonortas, 2023) e na União Europeia (Balland et al., 2019). Pertencer a uma instituição pública é comum às funções de intermediação segundo as definições de gatekeepers (1), (3) e (4), o que demonstra a importância de organizações públicas como gatekeepers mais ativos (Balland et al., 2019). No entanto, pertencer a um setor industrial é relevante para as funções de intermediação tecnológica do critério gatekeepers (4), que também mostra uma associação negativa com grandes organizações. Esse resultado sugere que empresas industriais pequenas e médias podem estar usando gatekeepers que contribuem com laços únicos para suas regiões.

Quanto ao tipo de conhecimento, é notável uma associação positiva com o campo de alta tecnologia em todas as definições e com conhecimento especializado quando essa variável é estatisticamente significativa. Isso sugere que a presença de gatekeepers, seja qual for o critério de definição, pode contribuir para fortalecer regionalmente as patentes de alta tecnologia, conduzindo a um aumento da massa crítica de conhecimento nesses ramos, tendo em vista que o intervalo de conhecimento destes agentes parece ser mais especializado em determinadas classes tecnológicas.

As funções de intermediação segundo o critério gatekeeper (2), que se baseia na medida de Giuliani e Bell (2005), sugerem associação positiva com regiões de menor porte que regiões metropolitanas, enquanto as funções de intermediação baseadas nas definições (1) e (4), respectivamente de Gould e Fernandez (1989) e LeGallo e Plunket (2020), mostram uma associação positiva com áreas metropolitanas. Logo, verifica-se que a definição (2) pode ser útil na identificação de agentes presentes em regiões periféricas que usam as ligações externas para suprir deficiências de ambientes mais pobres em externalidades locais.

Os resultados têm uma implicação direta para acadêmicos e formuladores de políticas que lidam com esse tipo de agente de rede em seus trabalhos. Em primeiro lugar, eles devem escolher a definição de gatekeeper que melhor se adequa aos seus objetivos de pesquisa ou trabalho. A diferença de intensidade entre as conexões internas e externas pode determinar a relevância

geográfica de um gatekeeper. Inventores mais direcionados a conexões externas podem oferecer contribuições mais significativas em regiões não metropolitanas que precisam superar a escassez de colaborações locais. Além disso, comparar estudos empíricos que utilizam diferentes medidas de gatekeeper pode não ser aconselhável, uma vez que cada medida e classificação se concentram em funções e determinantes específicos de gatekeepers.

REFERÊNCIAS

- Allen, T. J., Cohen, S. I. (1969) Information flow in research and development laboratories, *Administrative Science Quarterly* 14: 12–19.
- Allison, P. D., Waterman, R. P. (2002) Fixed-effects negative binomial regression models. *Sociological methodology*, 32(1): 247–265.
- Allison, P. D. (2005). *Fixed effects regression methods for longitudinal data using SAS*. SAS Institute.
- Asheim, B., Smith, H. L., Oughton, C. (2011): *Regional Innovation Systems: Theory, Empirics and Policy*, *Regional Studies*, 45:7, 875-891
- Autant-Bernard, C., Mairesse, J., Massard, N. (2007) Spatial knowledge diffusion through collaborative networks. *Papers in Regional Science*, v. 86 (3). 10.1111/j.1435-5957.2007.00134.x
- Balland, P-A., Boschma, R., Ravet, J. (2019) Network dynamics in collaborative research in the EU, 2003–2017, *European Planning Studies*, 27:9, 1811-1837, DOI: 10.1080/09654313.2019.1641187
- Bathelt, H.; Malmberg, A.; Maskell, P. (2004). Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation, *Progress in Human Geography*, v. 28, n. 1, p. 31–56.
- Boschma, R. (2005). Proximity and innovation: A critical assessment. *Regional Studies*, 39, 61–74.
- Breschi, S., Lenzi, C (2015) The role of external linkages and gatekeepers for the renewal and expansion of US cities' knowledge base, 1990–2004, *Regional Studies*, 49(5): 782-797.
- Burt, R. S. (2004). Structural Holes and Good Ideas. *American Journal of Sociology*, 110(2), 349–399. <https://doi.org/10.1086/421787>
- Butts, C. T. (2007). *Sna: Tools for Social Network Analysis*. R package version 1.5.
- Butts, C. T., Handcock, M. S., Hunter, D. R. (2012) *Network: classes for relational data*. R package version 1.7-1.
- Cantner, U., Meder, A., & Ter Wal, A. L. (2010). Innovator networks and regional knowledge base. *Technovation*, 30(9-10), 496-507.
- Cassi, L., & Plunket, A. (2015). Research collaboration in co-inventor networks: Combining closure, bridging and proximities. *Regional Studies*, 49, 936–954. <https://doi.org/10.1080/00343404.2013.816412>
- 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.
- Françoso, M. S., & Vonortas, N. S. (2023). Gatekeepers in regional innovation networks: Evidence from an emerging economy. *The Journal of Technology Transfer*, 48, 821–841. <https://doi.org/10.1007/s10961-022-09922-4>
- Gabher, Gernot; Ibert, Oliver. (2006) Bad company? The ambiguity of personal knowledge networks. *Journal of Economic Geography*, vol. 6, p. 251 – 271.
- 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. (2005) The micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster, *Research Policy*, 34(1): 47–68.
- Gonçalves, E., Rocha, A., & Reis, R. (2023). The key to knowledge: Evaluating the role of gatekeepers on regional inventive performance. *The Journal of Technology Transfer*, 48, 1274–1299. <https://doi.org/10.1007/s10961-022-09967-5>
- Gould, R. V., Fernandez, R. M. (1989) Structures of mediation: a formal approach to brokerage in transaction networks. *Sociological Methodology*, 19: 89-126.

Graf, H. (2011) Gatekeepers in regional networks of innovators. *Cambridge Journal of Economics* 35: 173-198.

Graf, H., Krüger, J.J. (2011) The Performance of Gatekeepers in Innovator Networks, *Industry and Innovation*, 18(1): 69-88.

Green Jr, B. F., & Tukey, J. W. (1960). Complex analyses of variance: general problems. *Psychometrika*, 25(2), 127-152.

Grillitsch, M., Nilsson, M. (2015). 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.

Hassink, R. (2005). How to unlock regional economies from path dependency? From learning region to learning cluster. *European Planning Studies*, 13(4), 521–535.

Katz, J. S., & Martin, B. R. (1997). What is research collaboration? *Research Policy*, 26, 1–18.

Katz, R. and Tushman, M. (1981) An investigation into the managerial roles and career paths of gatekeepers and project supervisors in a major R&D facility. *R&D Management*, 11, 103–110.

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

Jones, B. F. (2009). The burden of knowledge and the “Death of the Renaissance Man”: Is innovation getting harder? *Review of Economic Studies*, 76, 283–317. <https://doi.org/10.1111/j.1467-937X.2008.00531.x>

Le Gallo, J., Plunket, A. (2020) Regional gatekeepers, inventor networks and inventive performance: spatial and organizational channels, *Research Policy*, 49.

Li, X., Zhao, D., & Hu, X. (2020). Gatekeepers in knowledge transfer between science and technology: An exploratory study in the area of gene editing. *Scientometrics*, 124, 1261–1277. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03537-y>

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

Lundvall, B.Å. (1988). Innovation as an interactive process from User-producer interaction to the national system of innovation, In G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg & L. Soete (Ed.), 349–370. *Technical Change and Economic Theory*, Pinter, London.

Malecki, E. J., & Malecki, E. J. (1991). *Technology and economic development: the dynamics of local, regional, and national change*. New York: Longman Scientific & Technical.

Miguelez, E., & Moreno, R. (2013). Skilled labour mobility, networks and knowledge creation in regions: A panel data approach. *The Annals of Regional Science*, 51(1), 191–212.

Morrison, Andrea. (2008) Gatekeepers of knowledge within industrial districts: who they are, how they interact. *Regional Studies*, 42(6): 817-835.

Morrison, A.; Rabelloti, R.; Zirulia L. (2013) When do global pipelines enhance the diffusion of knowledge in clusters? *Economic Geography*, v.89 n.1, p. 77-96.

Mundlak, Y. (1978) On the pooling of time series and cross section data. *Econometrica*, 46(1): 69-85.

Owen-Smith, Jason; Powell, Walter. (2004) *Knowledge Networks as Channels and Conduits: The Effects of Spillovers in the Boston Biotechnology Community*. Organization Science.

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

Powell, S., & Grodal, W. W. (2005). Networks of innovators. In J. Fagerberg, D. C. Mowery, & R. R. Nelson (Eds.), *The Oxford handbook of innovation* (pp. 56–85). Oxford: Oxford University Press.

Saxenian, A. (1996). *Regional advantage: Culture and competition in Silicon Valley and route 128*, with a new preface by the author. Harvard University Press.

Simmie, J. (2001) *Innovation and agglomeration theory*, in Simmie J. (Ed.) *Innovative Cities*, pp. 11–52. E&FN Spon, New York, NY.

Ter Wal, Anne; Boschma, Ron. (2008) Applying social network analysis in economic geography: framing some key analytic issues. *The Annals of Regional Sciences*, v. 43, p. 739 – 756.

Vermeulen, B., & Pyka, A. (2018). 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*, 52(3), 773–808. <https://doi.org/10.1007/s10614-017-9776-3>

Wanzenböck, I., & Piribauer, P. (2018). R&D networks and regional knowledge production in Europe: Evidence from a space-time model. *Papers in Regional Science*, 97, S1-S24.

Wasserman, Stanley; Faust, Katherine. (1995) *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Structure Analysis in Social Sciences, book 8, Cambridge University Press.

Wilhelmsson, M. (2009) The spatial distribution of inventor networks. *Ann Reg Sci* 43, 645–668. <https://doi.org/10.1007/s00168-008-0257-4>

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

Wuchty, Stefan; Jones, Benjamin F.; Uzzi, Brian. (2007) The increasing dominance of teams in production of knowledge. *Science*, v. 316, n. 5827, p. 1036-1039.