

1995

TEXTO PARA DISCUSSÃO

QUÃO DISTANTE É LONGE? A IMPORTÂNCIA DA DISTÂNCIA GEOGRÁFICA PARA FLUXOS DE CONHECIMENTO

Patricia Alessandra Morita Sakowski



1995

TEXTO PARA DISCUSSÃO

Brasília, agosto de 2014

QUÃO DISTANTE É LONGE? A IMPORTÂNCIA DA DISTÂNCIA GEOGRÁFICA PARA FLUXOS DE CONHECIMENTO

Patricia Alessandra Morita Sakowski¹

1. Técnica de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea.

Governo Federal

**Secretaria de Assuntos Estratégicos da
Presidência da República**
Ministro Marcelo Côrtes Neri

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Sergei Suarez Dillon Soares

Diretor de Desenvolvimento Institucional

Luiz Cezar Loureiro de Azeredo

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia

Daniel Ricardo de Castro Cerqueira

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

Cláudio Hamilton Matos dos Santos

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Rogério Boueri Miranda

Diretora de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura

Fernanda De Negri

Diretor de Estudos e Políticas Sociais, Substituto

Carlos Henrique Leite Corseuil

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais

Renato Coelho Baumann das Neves

Chefe de Gabinete

Bernardo Abreu de Medeiros

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação

João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2014

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: O33, R12, R15, C23.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	7
2 CONCEITOS	8
3 CANAIS DE FLUXOS DE CONHECIMENTO	15
4 MENSURANDO O CONHECIMENTO E OS FLUXOS DE CONHECIMENTO	22
5 DADOS E METODOLOGIA	25
6 RESULTADOS	33
7 CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	38
ANEXO	42

SINOPSE

Este estudo analisa a importância da distância geográfica para que fluxos de conhecimento ocorram entre países, e como esta importância vem mudando ao longo do tempo. Os principais canais de fluxos de conhecimento são discutidos e uma análise econométrica é conduzida com foco nos fluxos de conhecimento gerados pelas atividades de copatenteamento por dois ou mais países. Utiliza-se um modelo gravitacional com dados de contagem longitudinais de 1977 a 2000 referentes a 97 países. Os resultados mostram que a importância da distância geográfica para a coinvenção de patentes vem diminuindo com o tempo, mas que isto tem acontecido apenas na Europa e nos Estados Unidos e em países de alta renda. Estes achados sugerem que, apesar de os avanços em tecnologias de comunicação e a redução dos custos de transporte poderem favorecer fluxos de conhecimento para países em desenvolvimento e, assim, a convergência de renda, eles parecem, ao contrário, estar ajudando regiões desenvolvidas a se tornarem mais integradas, deixando as periféricas relativamente mais para trás.

Palavras-chave: fluxos de conhecimento; distância geográfica; modelo gravitacional; copatenteamento; painel com dados de contagem.

ABSTRACT

This paper examines the importance of geographic distance for the occurrence of knowledge flows between countries and how this importance has been changing over time. The main channels for knowledge flows are presented and an econometric analysis conducted with a focus on knowledge flows generated by co-patenting activities. A gravity model is estimated using longitudinal count data for 97 countries covering the years 1977 to 2000. The results show that the importance of geographic distance for the co-invention of patents has been decreasing in time, but that this has been happening only in Europe and America and in high income countries. These findings suggest that although advances in communications technologies and lower transportation costs could potentially favor knowledge flows to developing countries and thus income convergence, they seem on the other hand to be helping already developed regions become more integrated whilst making peripheral ones lag relatively farther behind.

Keywords: knowledge flows; geographic distance; gravity model; co-patenting; panel count data.

1 INTRODUÇÃO

Quando se analisa a geografia do conhecimento e da atividade inovadora no mundo, três fatos se destacam: *i*) a concentração de novos conhecimentos e tecnologias em alguns poucos países ricos;¹ *ii*) a tendência à formação de aglomerados (*clusters*) de conhecimento; e *iii*) o aumento da concentração espacial da atividade inovadora (Asheim e Gertler, 2005, p. 291).

A teoria econômica tem associado a formação desses *clusters* ao fato de que os transbordamentos de conhecimento possuem uma dimensão espacial, decaindo com o aumento da distância geográfica. Ou seja, o conhecimento se espalha pelas regiões vizinhas, mas este efeito tende a ser limitado no espaço. Isto tem sido atribuído ao fato de que a transmissão de conhecimento tácito é difícil, além de altamente dependente de interações face a face (Audretsch e Feldman, 2004).

Caso esses transbordamentos sejam efetivamente localizados, regiões próximas aos centros de conhecimento teriam uma vantagem significativa sobre regiões periféricas e haveria tendência à continuidade da concentração do conhecimento no espaço. Como o conhecimento está fortemente associado ao desenvolvimento tecnológico e ao crescimento econômico, haveria também tendência de aumento das desigualdades regionais. Por sua vez, caso os transbordamentos sejam menos dependentes da distância, haveria um favorecimento ao *catch-up* tecnológico e à convergência. Em outras palavras, “transbordamentos de tecnologia globais favorecem a convergência de renda, enquanto transbordamentos locais tendem a levar à divergência, independentemente do canal pelo qual a tecnologia se difunde”.² (Keller, 2009, p. 23)

O desenvolvimento de tecnologias de informação e comunicação aliado à diminuição dos custos de transporte nos últimos anos poderia tornar os fluxos de conhecimento menos dependentes da distância. Por exemplo, as tecnologias de telecomunicações fornecem diferentes meios para a troca de conhecimento, tais como videoconferência, enquanto os custos de transporte mais baixos tornam mais viáveis encontros face a face com potenciais parceiros de pesquisa.

1. Em 1995, os sete maiores países industrializados respondiam por aproximadamente 84% dos gastos mundiais com pesquisa e desenvolvimento (P&D) (Keller, 2009, p. 2).

2. “*global technology spillovers favor income convergence, while local spillovers tend to lead to divergence, no matter through which channel technology diffuses*”.

O objetivo deste estudo é examinar como a importância da distância geográfica para a ocorrência de fluxos de conhecimento vem mudando ao longo do tempo por meio de um modelo gravitacional. São utilizados dados de patentes coinventadas como *proxies* para transbordamentos de conhecimento, considerando que fluxos de conhecimento significativos estão envolvidos na coinvenção de uma patente.

Este estudo está organizado da seguinte forma. Após esta introdução, são apresentados os principais conceitos relacionados ao tema. São, então, discutidas as características e propriedades do conhecimento como bem econômico; os principais canais para a ocorrência de fluxos de conhecimento; e os métodos centrais para a medição destes fluxos. Em seguida, o modelo empírico é exposto, juntamente com a descrição dos dados e da metodologia adotados. Finalmente, são apresentados os resultados das estimativas, conclusões e sugestões para outros estudos.

2 CONCEITOS

2.1 Conhecimento: definições, características e propriedades

A definição de *conhecimento* é uma questão epistemológica que remonta pelo menos à Grécia antiga. Para Platão, conhecimento era uma “crença verdadeira e justificada”. Séculos mais tarde, Nonaka (*apud* Sharmer, 2000, p. 25) ecoa esta visão, definindo conhecimento como o “processo humano dinâmico de justificar uma crença pessoal em relação à verdade.”³ Para Nonaka, informação é fluxo e conhecimento, estoque. Por sua vez, Malecki (2010) define conhecimento como “mais que dados e informação, mas menos que competência, *expertise*, criatividade e, certamente, sabedoria. Uma visão simples do conhecimento, portanto, é que é informação acumulada e conhecimento prévio, que proporcionam habilidades e discernimento que podem ser utilizados em contextos futuros.”⁴

3. “dynamic human process of justifying personal belief towards the truth”.

4. “Knowledge is more than data and information, but it is less than competence, expertise, creativity and, certainly, wisdom. A simple view of knowledge, then, is that it is accumulated information and prior knowledge, providing skills and insights that can be used in future contexts” (p. 498).

Em uma abordagem diferente, Romer (2010) utiliza o conceito de *ideias*, dividindo-as em dois tipos: *tecnologias* e *regras*. Tecnologias seriam ideias sobre como rearranjar objetos inanimados. Exemplos seriam instruções sobre as reações químicas necessárias para fazer um componente químico ou sobre como reidratar um paciente. Regras seriam ideias que especificam como as pessoas interagem entre si. As regras que estabelecem como pilotos e controladores de voo se comunicam seriam um exemplo. Este modelo, contudo, não considera o conhecimento tácito em amadurecimento que ainda não virou tecnologia ou regra.

O Banco Mundial (World Bank, 2008), em seu relatório sobre difusão tecnológica, utiliza

uma definição ampla de *tecnologia* e *progresso tecnológico*, que engloba técnicas (incluindo a maneira como o processo de produção é organizado) por meio das quais bens e serviços são produzidos, comercializados e disponibilizados ao público. Entendido dessa maneira, o progresso tecnológico no nível nacional pode ocorrer por inovações e invenções científicas; pela adoção e adaptação de tecnologias pré-existentes mas novas ao mercado; e pela difusão de tecnologias entre as firmas, indivíduos e o setor público no país⁵ (p. 2).

Além de conhecimento e tecnologia, o termo *inovação* também é amplamente utilizado na literatura. Schumpeter descreve inovação como “novas combinações de conhecimento, recursos, equipamentos e assim por diante novos ou já existentes” (Fagerberg, 2009, p. 21). Para a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2005), “uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou de um processo, um novo método de *marketing*, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas”⁶ (p. 46). Assim, as inovações podem ser de quatro tipos: produto, processo, *marketing* ou inovações organizacionais.

5. “broad definition of technology and technological progress, one that encompasses the techniques (including the way the production process is organized) by which goods and services are produced, marketed, and made available to the public. Understood in this way, technological progress at the national level can occur through scientific innovation and invention; through the adoption and adaptation of pre-existing, but new-to-the-market technologies; and through the spread of technologies across firms, individuals, and the public sector within the country.”

6. “an innovation is the implementation of a new or significantly improved product (good or service), or process, a new marketing method, or a new organizational method in business practices, workplace organization or external relations.”

Todos esses conceitos – conhecimento, tecnologia, inovação – são amplamente utilizados na literatura e às vezes se referem ao mesmo fenômeno. O que a discussão sobre o seu uso sugere é que a definição e o escopo de conhecimento adotados podem variar consideravelmente de estudo para estudo. A maioria dos artigos empíricos, contudo, foca no conhecimento que pode ser medido objetivamente, isto é, o conhecimento explícito ou codificado.

O *conhecimento explícito* é aquele que pode ser codificado em linguagem formal e sistemática e facilmente transmitido. Exemplos seriam livros, patentes, manuais etc. *Conhecimento tácito*, porém, é o conhecimento que está incorporado nas pessoas e é difícil de formalizar e compartilhar. É a “arte que não pode ser especificada em detalhes, que não pode ser transmitida através de prescrição, uma vez que não existe prescrição para ela. Ela só pode ser transmitida por exemplo do mestre ao aprendiz. Isso restringe seu alcance de difusão àquele dos contatos pessoais”⁷ (Polanyi, 1958, p. 55). Este componente tácito do conhecimento é considerado responsável pela localização dos transbordamentos de conhecimento no espaço.

Olson e Olson (2003, p. 8) afirmam que algumas das vantagens da interação face a face incluem *feedback* rápido, uso de múltiplos canais de comunicação (voz, gestos etc.), compartilhamento de contexto local, uso do tempo informal “de corredor” antes e após as reuniões, possibilidade de considerar as informações pessoais dos participantes, viabilidade de envio de informações com nuances, facilidade de estabelecer referências comuns a objetos e utilizar “lousas aéreas”, e acesso a pistas implícitas e informação contextual.

Apesar disso, Foray (2004) argumenta que “o conhecimento tácito não será mais um fator de limitação ao escopo das externalidades”⁸, uma vez que a combinação de tecnologias digitais e novas redes de transmissão eletrônica tornará viáveis o acesso e o aprendizado remoto de conhecimento tácito. Afirma que “a proximidade em si é irrelevante. É a maneira como as comunidades profissionais a utilizam para combinar seus ativos tangíveis e intangíveis que conta”⁹ (p. 106).

7. “art which cannot be specified in detail cannot be transmitted by prescription, since no prescription for it exists. It can be passed on only by example from master to apprentice. This restricts the range of diffusion to that of personal contacts.”

8. “tacit knowledge will no longer remain a factor limiting the scope of externalities”.

9. “proximity in itself is irrelevant. It is the way in which professional communities use it to combine their tangible and intangible assets that counts”.

Apenas uma pequena parte do conhecimento é codificada, seja porque sua codificação é difícil ou impossível, seja porque os custos de fazê-lo são demasiado altos. Assim, por concentrar-se apenas no conhecimento codificado observável, a maioria dos estudos empíricos acaba por ignorar parte significativa do conhecimento, tais como o conhecimento relacionado à “aprendizagem em curso e coletiva”¹⁰ (Malecki, 2010, p. 496).

Polanyi (1958) afirma que “devido à natureza fundamentalmente tácita de todo o nosso conhecimento, sempre permanecemos incapazes de dizer tudo o que sabemos, assim como, tendo em vista o caráter tácito do significado, nunca podemos saber bem o que está implícito no que dizemos”¹¹ (p. 95). Em outras palavras, a codificação total do conhecimento seria impossível. Contudo, é importante notar que o fato de o conhecimento não ser codificado, não significa que ele não possa ser transmitido.

Para Lundvall (2006), a codificação não apenas torna o conhecimento tácito disponível aos outros, mas também o refina e o eleva a um patamar superior.

Além dos conceitos associados, é importante analisar as *propriedades* do conhecimento como bem econômico. Foray (2004) enfatiza que o conhecimento é um bem *não rival, não excludente e cumulativo*. Por definição, um bem não rival é aquele cujo consumo por uma pessoa não impede o consumo do mesmo bem por outra pessoa, nem o exaure. Como exemplo, Foray contrasta um relógio, bem rival, com a informação sobre o horário, bem não rival. Romer (2010) elucida que “se algo pode ser explicado pelo telefone, apresentado numa aula, descrito em papel ou enviado pela internet, trata-se de um bem não rival”, como a fórmula para a produção de um remédio. Além da facilidade de sua transmissão, ela pode ser utilizada quantas vezes necessário, continuando passível de ser utilizada ainda mais vezes. Outros exemplos ilustrativos são fórmulas matemáticas: seu consumo (uso) não impede o consumo por outros nem deteriora a própria fórmula matemática. Foray afirma que, por sua característica de não rivalidade, a transmissão de conhecimento é um jogo de soma positiva, que multiplica o número de detentores deste conhecimento indefinidamente.

10. “ongoing and collective learning”.

11. “owing to the ultimately tacit nature of all our knowledge, we remain ever unable to say all that we know, so also, in view of the tacit character of meaning, we can never quite know what is implied in what we say”.

Um bem excludente, por definição, é aquele cujo consumo é restrito, ou seja, alguns consumidores são excluídos do seu consumo. Foray (2004) afirma que o conhecimento é não excludente, pois é difícil torná-lo exclusivo ou controlá-lo privadamente. Um conhecimento pode ser secreto, mas, uma vez revelado, sua difusão perde controle.

Romer (2010) também concorda com a natureza *não rival* do conhecimento, mas afirma que ele pode ou não ser excludente. O grau de exclusão seria imposto por meios que impediriam o uso do conhecimento – a fórmula de um remédio patenteado, por exemplo – por um dado período de tempo. Estes meios incluiriam proteção de direitos de propriedade e segredo.

A última propriedade destacada por Foray (2004) é que o conhecimento é um bem *cumulativo*, ou seja, ele serve de insumo intelectual para a geração de novas ideias e produtos. Um conhecimento novo incrementa a base de conhecimento, a partir da qual novas ideias podem surgir. Trata-se da ideia de subir sobre ombros de gigantes. Como afirmado por Thomas Jefferson, “o fato é que uma ideia leva a outra ideia, essa outra leva a uma terceira, e assim por diante durante um período de tempo até que alguém, que não tenha originado nenhuma dessas ideias, combine-as todas junto e produza o que é justamente chamado de uma nova invenção” (*apud* Foray, 2004, p. 94).¹²

2.2 Fluxos de conhecimento: externalidades, transbordamentos, difusão e transferência

Romer (2010) enfatiza que a discussão sobre o tema é prejudicada pelo uso de terminologias vagas e não homogêneas. Defende, assim, o uso dos conceitos de rivalidade e exclusividade – discutidos na seção anterior –, e afirma que os conceitos de bem público, transbordamentos e externalidades possuem significados distintos para diferentes economistas e devem ser evitados.

Tendo em vista que grande parte da literatura utiliza exatamente esses conceitos, algumas definições de livro-texto merecem ser examinadas. Para Mas-Colell, Whinston e Green (1995), por exemplo, uma “*externalidade* está presente sempre que o bem-estar

12. “the fact is, that one idea leads to another, that to a third, and so on through a course of time until someone, with whom no one of these ideas were original, combines it all together, and produces what is justly called a new invention”.

de um consumidor ou as possibilidades de produção de uma firma são diretamente afetados pelas ações de outros agentes na economia”.¹³ Outra definição é que “externalidades são efeitos indiretos da atividade de consumo ou produção, isto é, efeitos em agentes que não os promotores de tal atividade que não ocorrem pelo sistema de preços”¹⁴ (Laffont, 2008).

Nesse sentido, uma externalidade de conhecimento ocorreria quando a criação (ou consumo) de conhecimento aumentasse ou diminuísse o bem-estar de outros consumidores, ou expandisse ou reduzisse as possibilidades de produção de outras firmas.

A descoberta da cura para uma doença contagiosa é ilustrativa. O novo conhecimento teria efeitos positivos não apenas sobre o consumidor direto que é curado pelo medicamento, mas também sobre toda a população, que seria menos propensa a contrair a doença, dado o menor número de pessoas infectadas. Esta mesma fórmula também poderia ser usada em um país que não tenha tido nenhuma participação no processo de criação de conhecimento para aumentar o bem-estar dos consumidores nesse país. Ao mesmo tempo, o princípio da fórmula poderia ajudar a encontrar um medicamento para outra doença.

Assim, *três principais externalidades positivas de conhecimento* podem ser identificadas. A primeira relaciona-se com o aumento indireto do bem-estar do consumidor que está associado com o novo conhecimento. A segunda refere-se à não rivalidade de conhecimento: ele pode se difundir sem limites, promovendo bem-estar, e sem se exaurir. A terceira refere-se à sua natureza cumulativa. Um conhecimento poderia ser a “peça que faltava” para resolver um problema, ou ainda a inspiração para a criação de novos conhecimentos.

Uma abordagem mais tradicional divide as externalidades em *tecnológicas* ou *pecuniárias* (Scitovsky, 1954). As primeiras referem-se aos “efeitos de interações não mercantis que são realizados por meio de processos que afetam diretamente a utilidade de um indivíduo ou a função de produção da firma. As externalidades pecuniárias, em

13. “an externality is present whenever the welfare of a consumer or production possibilities of a firm are directly affected by the actions of other agents in the economy”.

14. “externalities are indirect effects of consumption or production activity, that is, effects on agents other than the originator of such activity which do not work through the price system”.

contraste, são subprodutos de interações de mercado: elas afetam firmas, consumidores e trabalhadores apenas na medida em que eles estão envolvidos em trocas mediadas pelo mecanismo de preços”¹⁵ (Fujita e Thisse, 2002, p. 8). A expansão da capacidade de produção de uma firma, por exemplo, pode reduzir o preço de seus produtos, gerando externalidades pecuniárias para os consumidores, e aumentar os preços dos fatores utilizados por ela para produzir seus produtos, gerando externalidades pecuniárias para os fornecedores (Scitovsky, 1954, p. 147).

Como salientado, mesmo o conceito de transbordamentos carece de uma definição unânime. No entanto, parece haver consenso de que transbordamentos de conhecimento são externalidades positivas de conhecimento. De acordo com Fujita e Thisse (2002, p. 8), transbordamentos são exemplos de externalidades tecnológicas e, portanto, realizados fora do mercado. Como exemplo, Keller (2004, p. 753) afirma que os investimentos em tecnologia muitas vezes geram benefícios para pessoas que não o inventor da tecnologia, e que um segundo inventor que se baseie no conhecimento embutido no produto do primeiro estaria se beneficiando de um transbordamento de conhecimento. Este autor denomina o termo como *difusão de tecnologia* (Keller, 2009, p. 2), enfatizando que se refere tanto a transbordamentos de conhecimento quanto a não transbordamentos de conhecimento, e apontando que os dois geralmente são difíceis de separar.

Segundo Keller, a *difusão de tecnologia* “consiste de transações de mercado e externalidades, ou transbordamentos internacionais de tecnologia” (Keller, 2009, p. 2). Ele utiliza os termos difusão de tecnologia e transferência de tecnologia como sinônimos, apesar de reconhecer que a transferência de conhecimento possui a conotação de uma ação voluntária, enquanto a difusão do conhecimento parece espontânea e involuntária. Bozeman (2000) aponta que o conceito de transferência de tecnologia varia de acordo com a área de estudo, sendo diferente para a economia, sociologia, antropologia e outros.

15. “effects of nonmarket interactions that are realized through processes directly affecting the utility of an individual or the production function of a firm. Pecuniary externalities, in contrast, are by-products of market interactions: They affect firms or consumers and workers only insofar as they are involved in exchanges mediated by the price mechanism”.

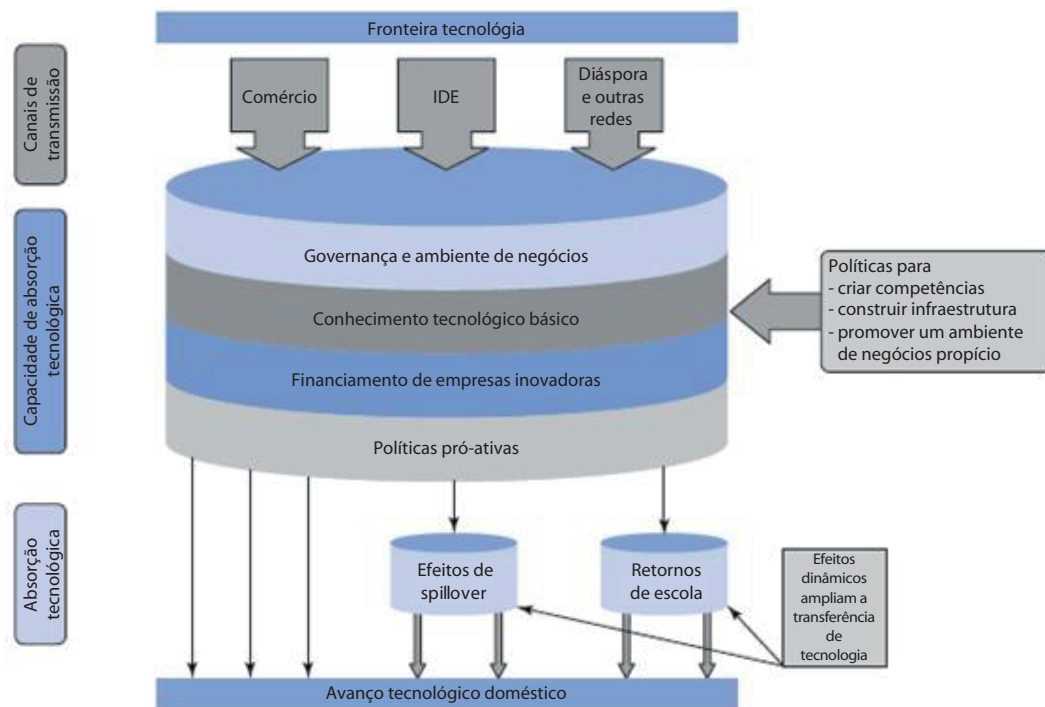
3 CANAIS DE FLUXOS DE CONHECIMENTO

De acordo com a OCDE,

o ritmo segundo o qual a tecnologia progride num país, seja pela criação de tecnologia (explorando conhecimento pré-existente) ou pela adoção e adaptação de tecnologias criadas em outros lugares, depende do grau de exposição do país a tecnologias estrangeiras e da habilidade da economia doméstica em absorver e adaptar as tecnologias às quais está exposta (OECD, 2010a, p. 172).

A figura 1, extraída de um relatório do Banco Mundial (World Bank, 2008), esquematiza como se dá o processo de progresso tecnológico nos países em desenvolvimento. Em uma primeira etapa, o país entra em contato com a fronteira da tecnologia, o que pode se dar por meio de comércio, investimento direto estrangeiro, contato com fluxos migratórios e outros canais de comunicação, como organizações acadêmicas e internacionais.

FIGURA 1
Progresso tecnológico em países em desenvolvimento

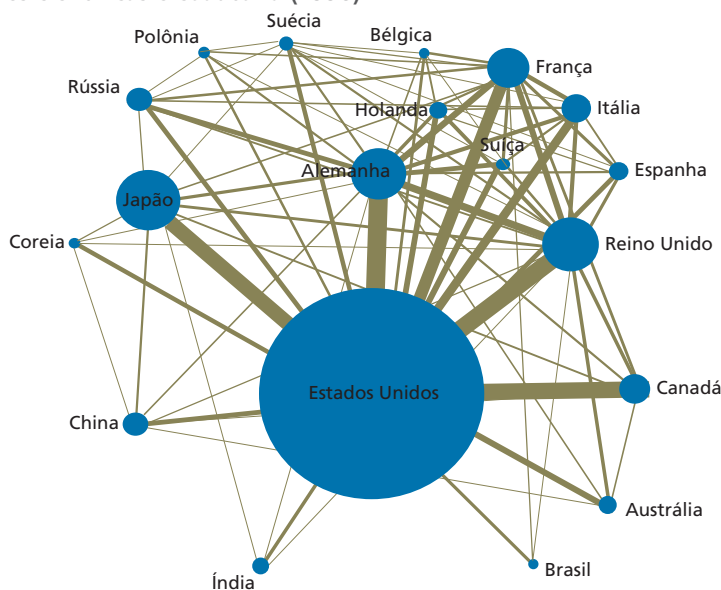


Fonte: Banco Mundial (World Bank, 2008, p. 108).

O contato com a fronteira tecnológica, porém, não é suficiente para promover a absorção das tecnologias. O grau de assimilação dependerá da *capacidade de absorção* da economia, que é influenciada pela governança, pelo ambiente macroeconômico e de negócio, pela existência de financiamento a firmas inovadoras e por outras políticas pro-ativas. Tais políticas promoveriam a criação de competências, a provisão de infraestrutura e um ambiente de negócios favorável à inovação. A capacidade de absorção também se relaciona à qualidade da educação básica e à existência de conhecimento tecnológico básico, isto é, a capacidade de discernir, digerir e aprender o conhecimento incorporado em um documento, pessoa, processo ou produto. A literatura também enfatiza o papel de investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) não só como meio de criação de conhecimento, mas também como um modo de desenvolver a capacidade de absorção para acompanhar o desenvolvimento tecnológico em uma área.

Após o contato com a fronteira tecnológica, dependendo da capacidade de absorção do país, ocorre a assimilação da tecnologia. A transferência de tecnologia também pode ser intensificada por efeitos dinâmicos como efeitos de transbordamento e retornos de escala.

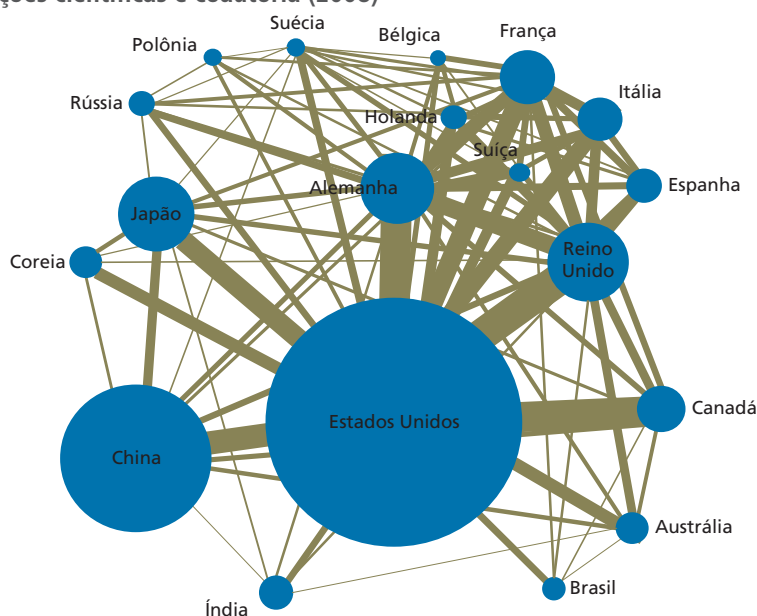
FIGURA 2
Publicações científicas e coautoria (1998)



Fonte: OECD (2010b, p. 30).

Apesar de ilustrativa, essa abordagem tende a considerar a transferência de tecnologia como unidirecional, ou seja, a tecnologia difunde-se dos países mais avançados para os menos desenvolvidos. Esta é mesmo a configuração da maior parte dos casos, mas o cenário de pesquisa pode estar começando a se alterar com o surgimento de novos centros desenvolvedores de tecnologia (figuras 2 e 3), e com o fato de que a criação de inovações parece cada vez menos dependente da existência de capital físico ou de gastos pesados em P&D. Tal tendência poderia ser melhor investigada em estudos futuros.

FIGURA 3
Publicações científicas e coautoria (2008)



Fonte: OECD (2010b, p. 30).

A abordagem do Banco Mundial apresentada anteriormente foca na difusão internacional de tecnologia e resume os principais canais de transmissão de conhecimento investigados na literatura. A próxima seção examina cada um destes canais, estendendo a análise ao caso de transmissão de conhecimento intranacional ou inter-regional, quando cabível.

3.1 Comércio

Um dos canais de difusão de conhecimento mais investigados na literatura é o das importações. A transmissão de conhecimento via importação pode se dar por: *i*) utilização de processos de produção mais eficientes pela importação de bens de capital (máquinas

e equipamentos) ou bens intermediários; *ii*) cópia ou adaptação da tecnologia embutida no produto importado por engenharia reversa ou outro meio; e *iii*) aumento da produtividade induzida pela competição de produtos estrangeiros.

Conforme exposto anteriormente, a simples importação de produtos de alta tecnologia não implica transferência de tecnologia. Em muitos casos, um país pode importar produtos de alto teor tecnológico e apenas montá-los (*assembly*), sem absorver o conhecimento neles embutido.

Vários estudos econométricos apontam para a importância das importações para transbordamentos de conhecimento. Coe e Helpman (1995), por exemplo, constroem variáveis de estoque de conhecimento externo, ponderando o estoque de conhecimento dos países parceiros pelo seu comércio bilateral (importação). Incluem também uma variável de abertura comercial, dada pela porcentagem de importações em relação ao produto interno bruto (PIB), e corroboram a hipótese de que importações são importantes canais de transmissão de conhecimento.

Supõe-se que também haja ganhos de conhecimento associados à atividade de exportação. De acordo com o Banco Mundial, estes ganhos seriam advindos de: *i*) necessidade de atender a padrões de qualidade mais elevados; *ii*) interação com consumidores estrangeiros; *iii*) possibilidade de consumidores estrangeiros proverem assistência para a melhoria de processos e fornecerem informações sobre o mercado externo; e *iv*) exploração de economias de escala pela ampliação do mercado, que pode justificar processos de produção mais intensivos em capital. Apesar de plausíveis, estes mecanismos não são corroborados pela evidência empírica.

A despeito de o foco da literatura ser em importações e exportações, os mesmos mecanismos de transmissão de conhecimento poderiam ocorrer intranacionalmente, por via de comércio interno de uma região a outra. Este é um canal que poderia ser explorado por políticas de desenvolvimento regional.

3.2 Investimento direto estrangeiro

Outro canal de difusão de conhecimento amplamente estudado na literatura são os investimentos diretos estrangeiros. Também neste caso, apesar de o foco da maior parte das pesquisas ser em relações internacionais, mecanismo semelhante pode ocorrer

em nível nacional. Com base no mesmo relatório do Banco Mundial (World Bank, 2008), a transmissão de conhecimento via investimentos estrangeiros se daria por: *i)* trabalhadores que recebem treinamento ou acumulam experiência trabalhando em multinacionais e carregam este conhecimento seja para um negócio próprio, seja para outras empresas domésticas (nacionais) em que venham a trabalhar; *ii)* aumento da demanda por bens intermediários com padrões de exigência mais elevados no mercado doméstico; *iii)* aumento da competição no mercado interno incentivando o aprimoramento de produtos, serviços e processos; e *iv)* aprendizado de firmas locais sobre novos produtos, equipamentos, técnicas de *marketing* e práticas de administração por meio do contato com firmas estrangeiras.

Além desses mecanismos, investimentos diretos estrangeiros muitas vezes envolvem a vinda de técnicos ou outros empregados que carregam consigo conhecimento passível de ser difundido não apenas entre os empregados da firma estrangeira, mas também entre a população. Vários estudos empíricos corroboram a importância dos investimentos diretos estrangeiros como canal de difusão de conhecimento (Keller, 2009).

O Banco Mundial (World Bank, 2008), contudo, alerta que os dados de investimento direto estrangeiro contêm informações sobre fusões e aquisições puramente financeiras, ou seja, que não envolvem a construção de uma fábrica ou outros investimentos físicos. Apesar disso, mesmo tais atividades poderiam trazer transbordamentos de conhecimento por alguns dos mecanismos apresentados anteriormente.

3.3 Migrações

A migração de pessoas é também um importante mecanismo de transmissão de conhecimento. Ao mesmo tempo em que a vinda de imigrantes altamente qualificados pode gerar transbordamentos de conhecimento à população local, a ida de emigrantes altamente qualificados ao exterior em busca de oportunidades melhores pode gerar um problema considerável para muitos países em desenvolvimento. Este fenômeno de “drenagem cerebral” (*brain drain*) é extremamente severo em alguns países pequenos, como é o caso do Suriname, em que 90% das pessoas com educação superior estão em países da OCDE. Além disso, 2,5 milhões dos 21,6 milhões de cientistas e engenheiros que trabalham nos Estados Unidos provêm de países em desenvolvimento (Kannankutty e Burelli, 2007 *apud* OECD, 2010b).

O Banco Mundial (World Bank, 2008) ressalta que a migração de pessoas de países em desenvolvimento para países mais próximos da fronteira do conhecimento muitas vezes está associada à realização de estudos ou à busca de oportunidades profissionais. O retorno destas pessoas a seu país de origem consistiria em um importante canal de transmissão de conhecimento. Contudo, muitas vezes isto deixa de ocorrer devido à existência de melhores condições de vida no exterior, melhores laboratórios e ambiente para a execução de pesquisas, entre outros motivos.

Alguns dos fatores associados ao retorno ao país de origem incluem proximidade à família, afinidades culturais e tentativa de contribuir para o país de origem. Outro fator que leva emigrantes a retornar são compromissos estabelecidos com instituições financiadoras de estudos que condicionam a concessão de apoio financeiro para a realização de um projeto, ao retorno ao país de origem.

Apesar disso, retornando ou não ao país de origem, os migrantes criam uma rede de contatos internacionais, pela qual o conhecimento se espalha e se multiplica.

Outro tipo de transbordamento de conhecimento advindo de migrações não está relacionado ao aprendizado de técnicas ou conhecimento acadêmico, mas ao aprendizado de questões culturais. Saxenian (2006) sugere que vários estudantes asiáticos vão aos Estados Unidos e aprendem aspectos culturais importantes relacionados a empreendedorismo e *venture capital*.

Hovhannisyan e Keller (2010) mostram que viagens de curto prazo a negócios possuem efeito mais importante para a transmissão de tecnologia que fatores como comércio e investimentos diretos estrangeiros. Demonstram ainda que um aumento de 10% no número de viajantes a negócios dos Estados Unidos para um país aumenta em 1% o número de patentes que este país submete nos Estados Unidos.

3.4 Outras redes

O avanço de tecnologias de telecomunicação tem propiciado um importante canal para difusão do conhecimento. Conexões de internet de alta velocidade têm permitido a troca de conhecimento codificado na forma de publicações científicas, patentes ou outros, independentemente de distâncias, e ferramentas de tradução ainda que incipientes têm

propiciado acesso a um *pool* de conhecimento antes limitado aos conhecedores de um idioma. *Softwares* de teleconferência (*communicators*) têm permitido que o encontro face a face de pessoas localizadas a quilômetros de distância se dê pela tela de um computador, o que gera debates se parte do conhecimento tácito pode ser repassado de mestre para aprendiz por meio de vídeos ou aulas *online*.

Recursos educacionais abertos (*open education resources*) têm disponibilizado um vasto estoque de conhecimento, pronto a ser difundido àqueles que possuem a capacidade de absorvê-lo e os meios para acessá-lo. Universidades de renome, como o MIT e a Universidade da Califórnia em Berkeley, disponibilizam gratuitamente o conteúdo de seus cursos e vídeos de aulas e simpósios, enquanto proliferam repositórios de base comunitária, não institucional, como Wikipédia.

Redes sociais também constituem novos canais pelos quais o conhecimento pode se difundir, e que dependem muito menos da proximidade física que de outros tipos de proximidade, tais como semelhança de interesses intelectuais (comunidades epistêmicas), culturais (mesma língua) ou experienciais (ter frequentado um mesmo curso de pós-graduação).

Todas essas redes têm fornecido a base para diferentes fontes de fluxo de conhecimento: a troca digital de informação (transmitida pela internet), coinvenções, copublicação de artigos científicos, intercâmbio de estudantes e associações a redes de pesquisa (Maggioni e Uberti, 2009, p. 693).

Outros fatores institucionais

Outro importante fator institucional para a ocorrência de transbordamentos de conhecimento são os incentivos que levariam um agente a usar sua capacidade de absorção para adquirir novos conhecimentos, adaptá-los e explorá-los para gerar inovações. Exemplos destes incentivos são leis para proteger os direitos de propriedade, ambiente de negócios favorável, grau de concorrência no mercado, e existência de políticas de incentivo à inovação.

Há controvérsias quanto ao melhor conjunto de incentivos para promover inovações. Alguns estudos indicam que a ausência de patentes seria mais favorável, enquanto outras teorias afirmam que o monopólio é propício à inovação, uma vez que proporciona lucro econômico, que pode ser investido em P&D. Algumas teorias enfatizam o papel da

concorrência como motor de inovação, enquanto outras apontam uma relação de U invertido entre o grau de concorrência e inovação (Aghion e Griffith, 2008). Estas relações também podem mudar, dependendo da distância do país ou da região à fronteira tecnológica.

4 MENSURANDO O CONHECIMENTO E OS FLUXOS DE CONHECIMENTO

4.1 Mensurando o conhecimento

Pela sua natureza intangível, o conhecimento é difícil de ser medido. Keller (2004) resume os métodos de mensuração de tecnologia – uma *proxy* para conhecimento – em três tipos principais. O primeiro utiliza os insumos à criação de tecnologia (gastos em P&D), o segundo emprega os produtos (número de patentes) e o terceiro, os efeitos da tecnologia (aumento de produtividade).

A primeira abordagem, que utiliza gastos em P&D, tem como desvantagem o fato de não observar a natureza estocástica do processo de inovação. O retorno a gastos de P&D pode variar consideravelmente de ano a ano, trazendo ruídos (ou distorções) a este indicador. O retorno sobre gastos públicos e privados de P&D, por exemplo, também tende a ser diferente. Muitas pesquisas focam nos gastos privados (*business R&D spending*), cujo retorno costuma ser superior ao de gastos públicos.

A segunda abordagem, que considera o número de patentes, tem como desvantagem o fato de que nem todas as inovações são patenteadas e as patentes têm graus de importância ou relevância diferentes. Alguns estudos têm utilizado número de patentes ponderado pelas suas citações como forma de contornar este problema. Outra dificuldade é que a propensão a patentear varia substancialmente de acordo com o tamanho do mercado, o setor de atividade, entre outras características. Por último, considerando-se que o conhecimento é parcialmente não codificável, estatísticas de patentes não captariam esta parte. Por sua vez, dados de patentes estão disponíveis para períodos de tempo mais longo e também para países mais pobres.

A terceira medida, produtividade total dos fatores (PTF), parte da ideia de que ao se subtrair do produto a contribuição do trabalho e do capital, o remanescente provém do fator tecnologia. Diferentemente de gastos em P&D e número de patentes, a PTF é

uma medida derivada da tecnologia, uma vez que é computada com base em dados de insumo e produto. Isto pode gerar erros de medida e vieses, devido à precariedade de dados de insumo e produto, ou ainda levar à captura de outros fatores não associados à tecnologia, como diferenças de *mark-up*. Em outras palavras, pelo fato de ser construída como um resíduo, a PTF pode capturar influências espúrias.

No nível da firma, dados sobre a porcentagem de máquinas e equipamentos controlados por computadores e informações se a firma atende a certos padrões de tecnologia também são apontados como indicadores do seu grau de sofisticação tecnológica.

A OCDE (OECD, 2010b) ressalta a importância de outros ativos intangíveis para a criação de inovações, além de gastos com P&D, e mostra que o investimento neste tipo de ativo tem ultrapassado o investimento em ativos fixos (máquinas e equipamentos) em alguns países. Corrado, Hulten e Sichel (2006) propõem a divisão de investimentos em ativos intangíveis em: *i*) informação computadorizada (*softwares* e bases de dados); *ii*) propriedade inovadora (*innovative property*) – P&D científico, exploração mineral, custos de *copyright* e de licenças/licenciamento, outros desenvolvimentos de produto, *design* e pesquisa; e *iii*) competências econômicas (*economic competencies*) – valor patrimonial da marca, capital humano específico à firma, capital organizacional. A OCDE também aponta que a comunidade estatística internacional agora reconhece *software* e P&D como bens de capital, e que estes são contabilizados no Sistema de Contas Nacionais.

A OCDE (OECD, 2010b) também enfatiza que inovações não dependem necessariamente de investimentos em P&D. Cita o caso de Luxemburgo, onde a propensão a introduzir novos produtos no mercado é de 52% para empresas que não investem em P&D e 63% para empresas que investem.

O relatório também aponta informações sobre marcas registradas (*trademarks*) como importantes indicadores de inovação que, além de serem prontamente disponíveis ao público após serem registradas, capturam não apenas inovações em produtos, mas também inovações em *marketing* e no setor de serviços.

Para medir o nível tecnológico de um país, o Banco Mundial (World Bank, 2008) utiliza um índice que considera diferentes indicadores referentes a inovações e invenções científicas, penetração de tecnologias mais antigas, penetração de tecnologias recentes e exposição à tecnologia externa (tabela A.1).

4.2 Mensurando fluxos de conhecimento

Em 1991, Krugman (1991) alertou que medições empíricas de transbordamentos de conhecimento mostrar-se-iam impossíveis, pois “fluxos de conhecimento são invisíveis, eles não deixam rastros em papel pelos quais possam ser medidos e rastreados”¹⁶ (p. 53). Apesar da evidente complexidade de mensuração, a literatura econômica tem desafiado esta proposição e proposto algumas abordagens para identificar os caminhos do conhecimento.

Keller (2004), por exemplo, divide a difusão de tecnologia entre países em dois tipos: a que ocorre via *transações de mercado* e a que ocorre por *externalidades*. A primeira seria mais facilmente medida por meio de dados sobre pagamentos de *royalties*, licenças e *copyrights* provindos da conta de serviços do balanço de pagamentos. Para a segunda, contudo, não há dados diretos. Citações a patentes são utilizadas como medidas para identificar o fluxo de ideias mas, pelo fato de não captarem o custo de assimilação, medem apenas parcialmente o benefício (externalidade) gerado pela ideia original.

Keller (2004) também cita o uso de regressões de transbordamentos internacionais de P&D (*international R&D spillover regressions*), método amplamente usado na literatura. Nesta abordagem, os ganhos de produtividade da firma i podem ser positivamente correlacionados com os gastos de P&D da firma j , sugerindo a existência de transbordamentos da firma i para a j . Variações deste modelo utilizam diferentes medidas de produto tais como número de patentes, ou testam algum canal específico de transmissão de conhecimento. Por exemplo, pode-se investigar o impacto do P&D internacional sobre a produtividade doméstica, condicionado às importações providas dos diferentes países. Outra abordagem poderia testar a influência da entrada de investimento direto estrangeiro sobre a produtividade doméstica. Estas são as chamadas regressões de transbordamentos de investimento direto estrangeiro (*FDI spillover regressions*).

Nelson (2009) condena o uso direto de patentes e suas citações para estudos de transbordamentos de conhecimento. Compara medidas de citações a patentes, citações a publicações científicas, e dados sobre licenciamento referentes a uma mesma tecnologia (no caso, *recombinant DNA*) e verifica que individualmente todas elas apresentam erros tanto de omissão quanto de super-representação, bem como vieses associados à idade e localização das organizações. Dados de patentes, por exemplo, podem tanto superestimar

16. “knowledge flows are invisible, they leave no paper trail by which they may be measured and tracked”.

como subestimar os efeitos da tecnologia uma vez que: *i)* dado que muitas patentes têm baixo valor econômico, sua simples contagem levaria a superestimação da tecnologia; e *ii)* como parcela significativa da atividade inovadora não é patenteada, haveria subestimação da tecnologia. Assim, sugere que o uso de indicadores múltiplos como licenças e publicações científicas deve aprimorar os estudos sobre transbordamentos de conhecimento.

O Banco Mundial (World Bank, 2008) utiliza os indicadores de avanço tecnológico apresentados anteriormente para acompanhar a difusão de tecnologias. Neste caso, uma tecnologia específica é selecionada e seu nível de penetração é usado como indicador.

Outros métodos para rastreamento de fluxos de conhecimento consistem em análise da troca de informações digital transmitida por *hiperlinks* de internet, de atividades de copatenteamento, copublicação de artigos científicos e intercâmbio de estudantes, e mapeamento de redes de pesquisa. Recentemente, técnicas de análise de rede têm sido utilizadas para analisar os fluxos de conhecimento (Maggioni e Uberti, 2009, p. 698).

5 DADOS E METODOLOGIA

O objetivo do modelo consiste em analisar como a importância da distância geográfica para os fluxos de conhecimento vem mudando ao longo do tempo, com foco no copatenteamento (ou coinvenção) como canal específico de fluxo de conhecimento. Quando inventores em diferentes países se envolvem em atividades de copatenteamento, ocorre uma sucessão de troca de conhecimento tanto tácito quanto codificado, assim como de transbordamentos de conhecimentos a partir da fertilização cruzada de ideias. Esta colaboração internacional envolve tanto relacionamentos face a face quanto à distância, tornando estes dados indicadores interessantes para a investigação da importância da distância geográfica para os fluxos de conhecimento.

Mais especificamente, tem-se como hipótese que a importância da distância geográfica para coinvenção:

- vem diminuindo ao longo do tempo;
- é reduzida pelo compartilhamento de uma língua oficial comum;

- varia por região; e
- depende do nível de desenvolvimento, sendo menor para países de renda mais alta.

Seguindo Hoekman, Frenken e Oort Van (2009), Hoekman, Frenken e Tijssen (2010), Maggioni e Uberti (2009) e Picci (2010), utiliza-se um modelo gravitacional para a análise dos dados. Este modelo baseia-se na Lei de Newton da Gravitação Universal e tem sido amplamente utilizado para analisar comércio, fluxos de tráfego e outros tipos de interação espacial. O modelo supõe que a força gravitacional entre duas entidades é dependente da sua massa e da distância entre elas.

No estudo em questão, isso significa que, para cada período, a quantidade de fluxo de conhecimento (patentes coinventadas) entre dois países i e j (y_{ij}) depende da massa de cada um dos países – medida por meio do número de suas patentes (x_i e x_j) – e da distância geográfica entre eles (d_{ij}). Modela-se o número de patentes coinventadas (y_{ij}) como contagens discretas que seguem uma distribuição tipo Poisson. Tomando-se a exponencial e o logaritmo da parte direita da equação, o modelo básico pode ser escrito como:

$$y_{ijt} = \exp \left[\log \left(k \frac{x_{it}^\alpha x_{jt}^\beta}{d_{ijt}^\gamma} \right) \right] = \exp [a_0 + \alpha \log x_{it} + \beta \log x_{jt} - \gamma \log d_{ijt}] \quad (1)$$

Na equação, temos que:

y_{ij} = número de patentes coinventadas pelos países i e j ;

x_i = número de patentes no país i ;

x_j = número de patentes no país j ; e

$a_0 = \log(k)$.

Como parte considerável das observações consiste em zero patentes, adicionou-se o número “1” a todas as variáveis de patentes (x_i e x_j), a fim de permitir a transformação logarítmica. Outra abordagem seria a de alterar os “zeros” para “1” e adicionar uma variável *dummy* para estas observações (Pakes e Griliches, 1984, p.70).

Um resumo das variáveis usadas no modelo pode ser encontrado na tabela A.2.

5.1 Variáveis de controle

As seguintes variáveis de controle foram utilizadas: proximidade de idioma (*comlang_off*), ter tido alguma ligação colonial (*colônia*), ter tido um colonizador comum (*comcol*) e serem países contíguos (*contig*). Durante o processo de especificação, variáveis de controle adicionais foram consideradas, como semelhança tecnológica (Lychagin *et al.*, 2010; Hoekman *et al.*, 2010), semelhanças culturais (Picci, 2010), comércio bilateral (Coe e Helpman, 1995), investimento direto estrangeiro (Keller, 2009; Picci, 2010), imigração, turismo (Hovhannisyan e Keller, 2010), nível de penetração da internet de banda larga, redes sociais (Breschi e Lissoni, 2005), acordos de cooperação (programas de bolsas etc.), qualidade de sistemas de ensino superior, facilidade de fazer negócios e força dos direitos de propriedade (Coe, Helpman e Hoffmaister, 2009), pertencimento a um mesmo bloco econômico, ser uma economia de mercado e possuir acordos comerciais.

A investigação dessas variáveis pode ser objeto de trabalhos futuros. Por sua vez, muitas delas são correlacionadas com a distância geográfica e adicionando-as poderia levar os efeitos a se confundirem. Como o objetivo deste trabalho é verificar como a importância relativa da distância geográfica em si foi mudando ao longo do tempo, não incluir tais variáveis também parece relevante.

5.1.1 Cross-section

Para estimar o modelo em corte transversal, os seguintes métodos foram considerados: Poisson, Poisson zero-inflado, binomial negativa, binomial negativa zero-inflada (Cameron e Trivedi, 1998; 2005; Wooldridge, 2001). O teste da razão de verossimilhança (*likelihood-ratio test*) foi utilizado para comparar modelos.

Devido à alta dispersão da variável dependente *coop1* (variância = 191,96, média = 0,811), o modelo Poisson e o modelo Poisson zero-inflado – que assumem equidispersão – foram desconsiderados.

Devido à elevada frequência de zeros (94,46%) na variável dependente (tabela A.3), o uso de um modelo binomial negativo zero-inflado pareceu mais adequado que um binomial negativo. O teste Vuong confirmou esta hipótese para os dados como um todo, mas como modelos binomiais negativos zero-inflados não estavam disponíveis para dados longitudinais, o binomial negativo foi escolhido de modo a permitir

melhor comparação das estimativas. Modelos de barreira (*hurdle models*) e *mixture-models* poderiam ter sido utilizados alternativamente.

Estimou-se o modelo com dados empilhados com uma distribuição binomial negativa e erros padrão *cluster*-robustos. Especificações com diferentes variáveis de controle, *dummies* para os anos e países foram testados. As *dummies* dos 96 países (97 menos 1) mostram se um determinado país está ou não presente no par bilateral em consideração. Assim, a cada observação, dois dos países simulados assumem o valor “1” (os resultados são apresentados nas tabelas A.4, A.5, A.6 e A.7).

Em seguida, estimou-se o modelo separadamente para cada um dos anos (Hoekman, Frenken e Tijssen, 2010; Picci, 2010) para verificar a alteração no coeficiente de distância ao longo do tempo (os resultados são apresentados no anexo A, tabela A.8 e gráfico A.1). Esta especificação naturalmente não contém *dummies* de ano. As *dummies* de país também foram excluídas para evitar problemas de identificação.

A estimativa, em corte transversal, no entanto, não permite que as especificidades de cada uma das relações bilaterais sejam capturadas, o que pode influenciar os resultados (Cameron e Triverdi, 1998, p. 275).

5.1.2 Painel

Para considerar a heterogeneidade de cada unidade observacional, estimou-se o modelo em painel.

Efeitos fixos ou aleatórios? O uso de modelos de efeitos fixos foi descartado, pois a variável de interesse – a distância geográfica – é invariante no tempo, não sendo, portanto, passível de identificação em tais modelos. Uma abordagem para viabilizar a utilização de efeitos fixos seria decompô-los na variável invariante no tempo e nas demais (Pluemper e Troeger, 2007). Considerando o elevado número de grupos (4.656), esta abordagem não era viável neste estudo e o modelo de efeitos aleatórios foi escolhido. Esta escolha vem com o alto custo de as estimativas serem inconsistentes no caso de a hipótese de exogeneidade estrita não se sustentar.

A hipótese de exogeneidade estrita pode ser considerada forte. Por exemplo, é bastante provável que o número de coinvenções influencie o número de patentes que um país possui, visto que se considera a coinvenção como fonte de difusão de conhecimento e externalidades que poderiam aumentar a produção inventiva de um país. Controlar tais fatores requereria a utilização de variáveis instrumentais que não foram identificadas neste trabalho. Esta é uma possível linha de continuidade da pesquisa. Neste caso, a utilização de estimadores GMM seria adequada.

Os seguintes modelos foram testados (resultados na tabela A.9, colunas 1, 2 e 3):

- Poisson com efeitos aleatórios gama e erros-padrão *bootstrap cluster*-robustos;
- Poisson com efeitos aleatórios normais e erros-padrão *default*;
- binomial negativa com efeitos aleatórios e erros-padrão *bootstrap cluster*-robustos (ou *default*).

Apesar de os dados apresentarem sobredispersão, os modelos Poisson podem ser considerados adequados, tendo em vista que métodos longitudinais controlam para a heterogeneidade não observada.

Para verificar as mudanças na importância da distância, especificou-se o coeficiente da distância de modo a permitir variações no tempo (resultados na tabela A.9, colunas 4, 5 e 6). O coeficiente da distância é modelado como função do tempo, tal que:

$$\begin{aligned} \gamma_t \text{ldist} &= f(t) \text{ldist} = \gamma(1 + \varphi_1 t + \varphi_2 t^2) \text{ldist} = \\ &= \gamma \text{ldist} + \gamma \varphi_1 \text{ldist} * t + \gamma \varphi_2 \text{ldist} * t^2 = \\ &\quad \gamma \text{ldist} + \gamma_1 \text{ldist} t + \gamma_2 \text{ldist} t^2 \end{aligned} \tag{2}$$

Assim, se o coeficiente for significativo e positivo, há indicação que a importância da distância vem decaindo com o tempo.

5.1.3 Dois períodos

O painel também foi estimado para dois períodos, de modo a comparar o coeficiente da distância: de 1977 a 1989 (13 anos) e de 1990 a 2000 (11 anos) (tabela A.10). Alternativamente, o período poderia ter sido dividido de 1977 a 1994 e de 1995 a 2000, considerando que o total de cooperação era substancialmente baixo nos primeiros anos e que o Tratado sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual relacionados ao Comércio (TRIPS Agreement) foi assinado em 1995, causando uma possível quebra estrutural.

5.1.4 Por região

Com o objetivo de verificar diferenças nas regiões, repetiu-se a análise para cinco subconjuntos da amostra: países da Europa, América, Ásia, Pacífico e África (tabelas A.11, A.12, A.13 e A.14). Para cada grupo, foram incluídas todas as relações bilaterais que envolvem países daquela região. A relação entre Brasil e Japão, por exemplo, entraria tanto na regressão para a Ásia quanto na da América (resultados nas tabelas A.15, A.16 e A.17).

Os dados devem ser examinados com cuidado, considerando-se que a análise se restringe a patentes registradas no Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO), o que gera um viés a favor da cooperação com os Estados Unidos (tabela A.18).

5.1.5 Por nível de renda

Para verificar a importância da distância para países de diferentes níveis de renda, repetiu-se a análise para quatro grupos de renda: países de renda alta, renda médio-alta, renda médio-baixa e renda baixa. Em cada subconjunto de renda, foram consideradas todas as relações bilaterais que envolvem países daquele grupo de renda. Uma relação entre um país de renda alta e outro de renda baixa, por exemplo, é considerado tanto na regressão do grupo de países de alta renda, quanto na do de baixa renda (tabelas A.19 e A.20).

A classificação dos países por nível de renda segue a do Banco Mundial e está disponível apenas a partir de 1987 (tabelas A.11, A.12, A.13 e A.14). Isto restringiu a análise por grupos de renda ao período 1987-2000.

5.2 Dados

5.2.1 Patentes

Os dados de patentes provêm da OCDE e são baseados na Base Mundial de Dados Estatísticos de Patentes da EPO (PATSTAT, setembro de 2010). A base fornece indicadores sobre cooperação internacional em patenteamento e número total de patentes concedidas pelo USPTO.

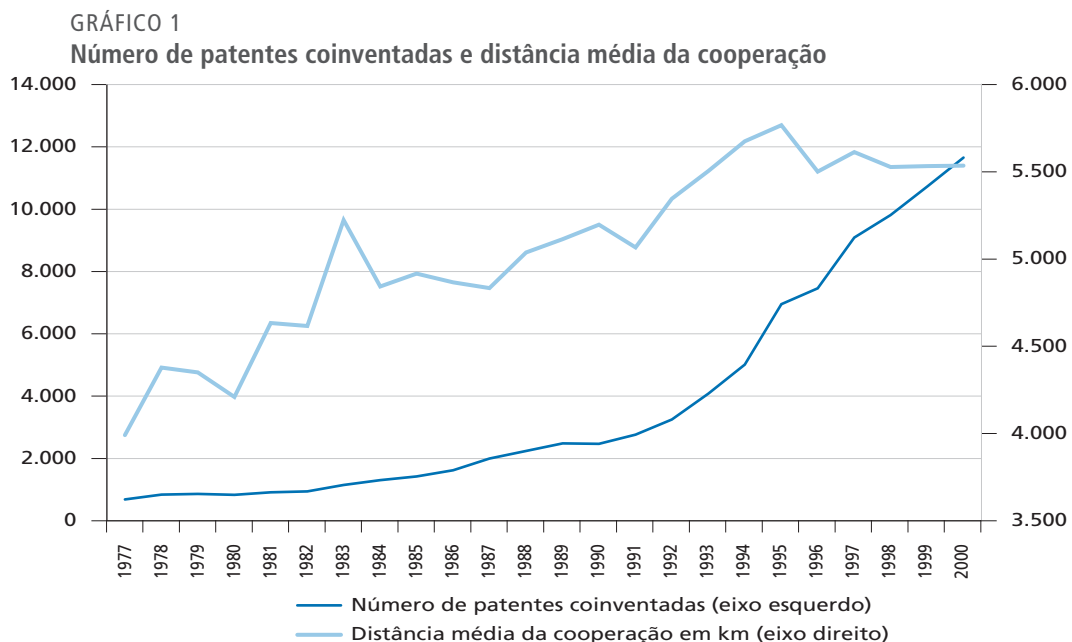
Um inventor em busca de proteção legal faz um pedido de patente (*priority date*) geralmente em seu país de residência. Tem, então, um prazo legal de doze meses para fazer o pedido de proteção de sua invenção original em outros países (*application*).

A aplicação é publicada pelo menos dezoito meses após a data de prioridade. Finalmente, pode levar de três a dez anos para a patente ser concedida. Neste estudo, considera-se a data do pedido de patente (*priority date*), tendo em vista que ela corresponde à primeira tentativa de registro da patente no mundo e é a mais próxima da data da invenção.

Os dados dos anos mais recentes tendem a ser mais baixos que o real devido aos prazos legais para a publicação de informações de patentes. Assim, o período de observação é restringido a 2000, período até o qual a OCDE considera que os dados estejam completos.

Os indicadores de patentes coinventadas medem o número de patentes inventadas ou aplicadas por um determinado país que envolvam ao menos um inventor estrangeiro e são baseados em contagem simples. Por exemplo, uma patente coinventada por residentes dos países i, j, k será contada como “1” patente para a cooperação $i-j$, “1” para a cooperação $j-k$, e “1” para a cooperação $i-k$. Devido a esta metodologia, a soma de patentes coinventadas em um ano pode ser maior que a soma de patentes nesse mesmo ano.

O gráfico 1 mostra a evolução no número de patentes coinventadas e a distância média entre os países que coinventaram as patentes. É notável o aumento tanto do número de copatentes quanto da distância sobre a qual a colaboração ocorreu.



Fontes: OCDE; CEPII.
Elaboração da autora.

5.2.2 Outras variáveis

As medidas de distância bilateral em quilômetros foram obtidas no Centro de Estudos Prospectivos e de Informações Internacionais (CEPII), um centro de pesquisa francês focado em economia internacional. As seguintes métricas foram testadas: distância simples – segundo a qual apenas uma cidade por país é utilizada para cálculo das distâncias internacionais –, e distância ponderada – que leva em consideração as principais cidades de cada país.

Como as diferentes medidas geraram resultados similares, são apresentadas neste estudo apenas as que utilizam a variável *dist*, ou seja, a distância ponderada calculada pela fórmula do grande círculo, que usa a latitude e longitude das principais cidades/aglomerações em termos de população e inclui distâncias internas.

As variáveis *dummy* também provêm da base de dados CEPII e indicam se dois países compartilham a mesma língua oficial (*comlang_off*), se já tiveram uma relação colonial (*colony*), se são contíguos (*contig*), e se tiveram um colonizador comum após 1945 (*comcol*).

A classificação dos países de acordo com seu nível de renda vem do Banco Mundial (Indicadores de Desenvolvimento Mundial) e está disponível desde 1987 (tabelas A.12, A.13, A.14 e A.15).

5.2.3 Escopo

Foram obtidos dados para 97 países, totalizando 2.656 relações bilaterais (97 x 96/2). Estes países cobrem vasta área do globo, mas excluem parte significativa da África. Dados confiáveis sobre contagem de patentes na USPTO por data de prioridade estavam disponíveis de 1977 a 2000 (24 anos), totalizando 111,744 observações (tabela A.2).

Os países considerados na análise foram: Argélia, Andorra, Argentina, Armênia, Austrália, Áustria, Bielorrússia, Bélgica, Bermudas, Bósnia e Herzegovina, Brasil, Bulgária, Canadá, Ilhas Cayman, Chile, China, China Taipei, Colômbia, Costa Rica, Croácia, Cuba, Chipre, República Checa, República Popular Democrática da Coreia, Dinamarca, Equador, Egito, El Salvador, Estônia, Finlândia, França, Geórgia, Alemanha, Grécia, Guatemala, Hong Kong, Hungria, Islândia, Índia, Indonésia, Irã, Irlanda, Israel, Itália, Jamaica, Japão, Jordânia, Cazaquistão, Quênia, Coreia, Kuwait, Letônia, Líbano, Lituânia, Luxemburgo, Macedônia, Malásia, Malta, México, Moldávia, Mongólia,

Marrocos, Países Baixos, Nova Zelândia, Nigéria, Noruega, Paquistão, Panamá, Peru, Filipinas, Polônia, Portugal, Porto Rico, Romênia, Rússia, Arábia Saudita, Seicheles, Cingapura, Eslováquia, Eslovênia, África do Sul, Espanha, Sri Lanka, Suécia, Suíça, Tailândia, Trinidad e Tobago, Tunísia, Turquia, Ucrânia, Emirados Árabes Unidos, Reino Unido, Estados Unidos, Uruguai, Uzbequistão, Venezuela e Zimbábue.

MAPA 1
Países na amostra



Elaboração da autora.

6 RESULTADOS

As tabelas A.4, A.5, A.6 e A.7 mostram que todos os coeficientes têm o sinal esperado e, à exceção de *comcol*, são altamente significantes. A adição de *dummies* para os anos não altera os resultados significativamente. *Dummies* para países, por outro lado, aumentam o coeficiente da distância (em valor absoluto), particularmente na equação (1), que não inclui variáveis de controle. É importante notar que foram incluídas *dummies* para países (97-6), mas não para relações bilaterais (4656-1), o que teria aumentado consideravelmente o número de parâmetros a estimar. Os modelos que consideram *dummies* para países e anos desempenham melhor.

A inclusão da variável *comlang_off* diminui o coeficiente da distância e indica que partilhar uma língua oficial comum realmente alivia a importância da distância física para a colaboração em invenção. Isto ocorre em todas as especificações (com e sem *dummies* para anos ou países). A variável *colônia* reduz o coeficiente de *comlang_off*, provavelmente porque a existência de uma ligação colonial é correlacionada com a utilização da mesma língua oficial. A variável *contig* produz o mesmo efeito, provavelmente também devido à presença de correlação. Para as análises subsequentes, utiliza-se o modelo que incorpora *comlang_off* ou o modelo que incorpora ambos *comlang_off* e *colony*.

A estimação da regressão negativa binomial em *cross-section* ano a ano mostra que o coeficiente da distância vem aumentando ao longo do tempo (tabela A.8).

Quando se estima a regressão utilizando dados em painel (tabela A.9) e permitindo que o coeficiente da distância mude ao longo do tempo, obtém-se o resultado oposto, ou seja, a importância da distância diminui. Tal fato é indicado pelo coeficiente positivo e significativo de *ldistt*. A regressão foi repetida utilizando-se três métodos de estimação distintos e todos levaram ao mesmo resultado. Tais achados corroboram a hipótese de que a importância da distância geográfica para a ocorrência de patentes coinventadas esteja decaindo.

Quando os dados são divididos em dois períodos e estimados em painel separadamente, os resultados, contudo, são opostos (tabela A.10). Todos os três métodos mostram que a importância da distância aumentou com o tempo. A estimação em dois períodos pode ser prejudicada pelo baixo número de patentes coinventadas entre 1977 e 1989.

O modelo foi então estimado por região para melhor compreensão do que efetivamente vem ocorrendo com o coeficiente da distância. Primeiramente, nota-se que a importância da distância varia por região, sendo menor para a Europa, seguido da América, Ásia e África (tabela A.15). Resultados para o Pacífico não foram significativos, provavelmente devido ao baixo número de observações. Isto é consistente com o fato de que a União Europeia seja mais coesa e integrada, tornando distâncias geográficas mais fáceis de ultrapassar. O modelo binomial negativo com efeitos randômicos, contudo, mostrou resultados ligeiramente diferentes, indicando que a distância é menos importante para a América.

A regressão para dois períodos é inconclusiva. O modelo Poisson com efeitos aleatórios normais, por exemplo, indica que a estimativa central do coeficiente da distância decaiu para a Europa, América e Ásia, mas aumentou ligeiramente para a África (tabela A.16). O coeficiente para o Pacífico continuou insignificante. Contudo, considerando-se o intervalo de confiança destas estimativas, não é possível inferir se houve aumento ou redução.

A estimação por região incluindo coeficiente dinâmico no tempo é consistente com o decréscimo da importância da distância para Europa e América (tabela A.17). Como a maior parte das patentes envolve países em uma destas regiões, este resultado pode explicar o declínio da importância da distância nos dados considerados em conjunto (tabela A.9).

A estimação por nível de renda também trouxe os resultados esperados. A distância é menos impeditiva para países com renda alta e mais proibitiva para países com renda baixa (tabela A.19). Quando se permite que o coeficiente da distância varie no tempo, há evidência de que a importância da distância cai apenas para países de renda alta (tabela A.20). Isto significa que, embora as tecnologias de telecomunicação e custos de transporte declinantes possam tornar distâncias geográficas mais fáceis de ultrapassar, isto parece estar acontecendo apenas para países de renda alta. Para os países em desenvolvimento, este achado é desanimador porque enquanto os países de alta renda se integram, os países em desenvolvimento vão ficando relativamente mais para trás.

7 CONCLUSÕES

Este estudo fez uma revisão da literatura sobre a disseminação e os fluxos de conhecimento. Mostrou que devido a seu caráter não rival, não exclusivo e não cumulativo, o conhecimento tem o potencial de ajudar a diminuir desigualdades de renda, mas com alcance limitado no espaço.

Também se arguiu que apesar de a tacitividade do conhecimento ser considerada o principal fator por trás da localização de fluxos de conhecimento, as tecnologias de telecomunicações têm o potencial de diminuir a influência da distância geográfica para sua ocorrência.

Ressaltou-se, então, que a discussão do tópico é prejudicada pelas dificuldades envolvidas na definição e mensuração de conhecimento e fluxos de conhecimento e discutiram-se os principais canais pelos quais o conhecimento se difunde.

Neste contexto, a pesquisa empírica foi conduzida, com foco em um canal específico – fluxos de conhecimento provenientes da cooperação em patentes. Utilizando-se dados longitudinais de contagem de patentes e um modelo gravitacional, encontrou-se evidência de que a importância da distância geográfica para a ocorrência de fluxos de conhecimento – aproximados por número de patentes coinventadas – tem diminuído ao longo do tempo. Os resultados foram coerentes com a hipótese e com o fato de que avanços nas tecnologias de telecomunicação e custos de transporte declinantes têm facilitado a transmissão de conhecimento a longas distâncias.

Os resultados também mostraram que a avaliação da mudança do coeficiente da distância por meio de *cross-sections* repetidas para vários anos deve ser utilizada com cautela, pois tal método não considera as características individuais específicas que a abordagem em painel captura. Os resultados destas estimações levaram ao resultado contraintuitivo de que a importância da distância vem aumentando.

Quando a análise em painel foi feita por região e por nível de renda, a importância da distância para a coinvenção de patentes decaiu apenas na Europa, na América e em países de renda alta.

Apesar de que o avanço nas telecomunicações e a redução dos custos de transporte poderia potencialmente diminuir a importância da distância para fluxos de conhecimento, permitindo que países periféricos se beneficiassem de transbordamentos de conhecimento e alcançassem aos poucos os países em desenvolvimento, não há evidência de que isto esteja ocorrendo fora das regiões de alta renda.

Ao contrário, as tecnologias parecem estar tornando fluxos de conhecimento nos países de alta renda menos dependentes da distância geográfica, tornando estas regiões mais integradas e com desenvolvimento mais rápido, ao mesmo tempo em que deixam as demais cada vez mais para trás.

O que isso significa é que assim como a tecnologia facilita o acesso ao conhecimento, seja pelo acesso a artigos científicos na internet, por vídeo conferências, seja pela maior facilidade de viajar e encontrar pessoas, ela também acelera o modo como o conhecimento evolui. A tecnologia tem portanto o potencial tanto de reduzir a distância entre aqueles com acesso ao conhecimento, quanto de aumentar a distância entre os que têm acesso e os que não têm.

Isso não significa que a tecnologia tem influência negativa sobre o mundo em desenvolvimento. O período considerado pode não ter sido suficiente para que a tecnologia mostre seu potencial como aliviadora das disparidades regionais por meio de educação à distância e o uso de inteligência coletiva entre outros, visto que sua penetração no mundo em desenvolvimento ainda é restrita.

Apesar disso, é importante notar que este estudo não investiga a causa da redução da importância da distância ao longo do tempo e considera apenas como hipótese provável que tal redução tenha advindo dos avanços tecnológicos em telecomunicações e custos de transporte mais baixos.

Consequentemente, implicações de política não podem ser derivadas diretamente desses resultados. Contudo, é possível indicar a importância da provisão de acesso a conhecimento e de investimentos nos canais de fluxo de conhecimento, como acesso à internet de alta velocidade.

Finalmente, esses resultados devem ser considerados como preliminares. Futuras investigações devem considerar os seguintes fatores: *i*) questões de endogeneidade podem estar presentes e exigiriam variáveis instrumentais adequadas e estimadores GMM; *ii*) a incorporação de variáveis de controle adicionais, tais como similaridade tecnológica, poderia alterar os resultados; *iii*) a estimação é restrita a dados do USPTO e pode ser melhorada pela adição de dados de EPO, PCT etc.; *iv*) dados do nível nacional podem perder informações importantes sobre localização em um país e a utilização de dados espaciais menos agregados poderia melhorar os resultados; e *v*) dados de patentes são muito informativos, mas sujeitos a inconvenientes, como diferentes propensões a patentear e a diferenças nas regulamentações de patentes entre países, indústrias e anos. Pesquisa semelhante, usando dados de publicação científica, poderia fornecer comparação interessante.

Adicionalmente, teorias sobre *matching* podem ajudar a esclarecer como indivíduos e grupos desenvolvem relacionamentos, acordos e laços de confiança que permitem o compartilhamento de conhecimento complexo. O exame destes tópicos pode fornecer as diretrizes para futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS

- AGHION, P.; GRIFFITH, R. **Competition and growth**: reconciling theory and evidence. Cambridge: MIT Press, Mar. 2008.
- ASHEIM, B.; GERTLER, M. The geography of innovation: regional innovation systems. *In*: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (Eds.). **The Oxford handbook of innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 291-317.
- AUDRETSCH, D. B.; FELDMAN, M. P. Knowledge spillovers and the geography of innovation. *In*: HENDERSON, J. V.; THISSE, J. F. (Eds.). **Handbook of regional and urban economics**. Philadelphia: Elsevier, 2004. v. 4. p. 2.713-2.739.
- BOZEMAN, B. Technology transfer and public policy: a review of research and theory. **Research policy**, v. 29, n. 4-5, p. 627-656, 2000.
- BRESCHI, S.; LISSONI, F. **Mobility and social networks**: localised knowledge spillovers revisited. Milan: Cespri, 2005. (Working Paper, n. 142).
- CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Regression analysis of count data**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
- _____. **Microeconometrics**: methods and applications. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- COE, D. T.; HELPMAN, E. International R&D spillovers. **European economic review**, v. 39, n. 5, p. 859-887, 1995.
- COE, D. T.; HELPMAN, E.; HOFFMAISTER, A. W. International R&D spillovers and institutions. **European economic review**, v. 53, n. 7, p. 723-741, 2009.
- CORRADO, C. A.; HULTEN, C. R.; SICHEL, D. E. **Intangible capital and economic growth**. Massachusetts: NBER, 2006. (Working Paper, n. 11.948). Disponível em: <<http://goo.gl/2n5xi5>>.
- FAGERBERG, J. A guide to Schumpeter. *In*: OSTRENG, W. (Ed.). **Confluence**: interdisciplinary communications 2007/2008. Oslo: Centre for Advanced Study, 2009. p. 20-22.
- FORAY, D. **Economics of knowledge**. Cambridge: MIT Press, 2004.

FUJITA, M.; THISSE, J. **Economics of agglomeration**: cities, industrial location, and regional growth. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

HOEKMAN, J.; FRENKEN, K.; TIJSSSEN, R. J. Research collaboration at a distance: changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe. **Research policy**, v. 39, n. 5, p. 662-673, 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/mnyvgu>>.

HOEKMAN, J.; FRENKEN, K.; VAN OORT, F. The geography of collaborative knowledge production in Europe. **Annals of regional science**, v. 43, p. 721-738, 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/9EG2QT>>.

HOVHANNISYAN, N.; KELLER, W. **International business travel**: an engine of innovation? London: CEPR, 2010. (Discussion Paper, n. 7.829). Disponível em: <<http://goo.gl/0RzDzg>>.

KELLER, W. Geographic localization of international technology diffusion. **American economic review**, Oxford, v. 92, n. 1, p. 120-142, Mar. 2002.

_____. International technology diffusion. **Journal of economic literature**, Nashville, v. 42, n. 3, 752-782, Sept. 2004.

_____. **International trade, foreign direct investment, and technology spillovers**. Cambridge: NBER, Oct. 2009. (Working Paper, n. 15.442). Disponível em: <<http://goo.gl/QdC83K>>.

KRUGMAN, P. R. **Geography and trade**. Cambridge: MIT Press, 1991.

LAFFONT, J. J. Externalities. *In*: DURLAUF, S. N.; BLUME, L. (Eds.). **The new Palgrave dictionary of economics**. London: Palgrave Macmillan, 2008.

LUNDEVALL, B. **One knowledge base or many knowledge pools?** Copenhagen: DRUID, 2006. (Working Papers, n. 6-8).

LYCHAGIN, S. *et al.* **Spillovers in space**: does geography matter? Cambridge: NBER, 2010. (Working Paper, n. 16.188). Disponível em: <<http://goo.gl/BWbmkZ>>.

MAGGIONI, M. A.; UBERTI, T. E. Knowledge networks across Europe: which distance matters? **Annals of regional science**, v. 43, n. 3, p. 691-720, 2009.

MALECKI, E. J. Everywhere? The geography of knowledge. **Journal of regional science**, v. 50, n. 1, p. 493-513, Feb. 2010.

MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. **Microeconomic theory**. New York: Oxford University Press, 1995.

NELSON, A. J. Measuring knowledge spillovers: what patents, licenses and publications reveal about innovation diffusion. **Research policy**, v. 38, n. 6, p. 994-1.005, 2009.

OLSON, G.; OLSON, J. Mitigating the effects of distance on collaborative intellectual work. **Economics of innovation and new technology**, Ann Arbor, v. 12, n. 1, p. 27-42, 2003. Disponível em: <<http://goo.gl/PAV0fK>>.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; EUROSTAT – STATISTICAL OFFICE OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Oslo manual**: guidelines for collecting and interpreting innovation data. 3rd ed. Paris: OECD Publishing, 2005.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **The future of the internet economy**: a statistical profile. Paris: OECD Publishing, 2008.

_____. **Innovation and growth**: chasing a moving frontier. Paris: OECD Publishing, 2010a.

_____. **Measuring innovation**: a new perspective. Paris: OECD Publishing, 2010b.

PAKES, A.; GRILICHES, Z. Patents and R&D at the firm level: a first look. *In*: GRILICHES, Z. (Ed.). **R&D, patents, and productivity**. Chicago: University of Chicago Press, 1984.

PICCI, L. The internationalization of inventive activity: a gravity model using patent data. **Research policy**, v. 39, n. 8, p. 1.070-1.081, Oct. 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/PvoVsO>>.

PLUEMPER, T.; TROEGER, V. E. Efficient estimation of time-invariant and rarely changing variables in finite sample panel analyses with unit fixed effects. **Political analysis**, v. 15, n. 2, p. 124-139, Feb. 2007.

POLANYI, M. (Ed.). **Personal knowledge**: towards a post-critical philosophy. Chicago: University of Chicago Press, 1958.

ROMER, P. M. **Which parts of globalization matter for catch-up growth?** Cambridge: NBER, 2010. (Working Paper, n. 15.755). Disponível em: <<http://goo.gl/v9EOvm>>.

SAXENIAN, A. **The new Argonauts**: regional advantage in a global economy. Cambridge: Harvard University Press, 2006.

SCHARMER, C. O. Conversation with Ikujiro Nonaka. **Reflections**, v. 2, n. 2, p. 24-31, 2000.

SCITOVSKY, T. Two concepts of external economies. **The journal of political economy**, Chicago, v. 62, n. 2, p. 143-151, Apr. 1954.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. 1st ed. Cambridge: MIT Press, 2001.

WORLD BANK. **Global economic prospects**: technology diffusion in the developing world. Washington: World Bank Publications, 2008.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BRANSTETTER, L. G. Are knowledge spillovers international or intranational in scope? Microeconomic evidence from the U.S. and Japan. **Journal of international economics**, v. 53, n. 1, p. 53-79, 2001.

EATON, J.; KORTUM, S. International technology diffusion: theory and measurement. **International economic review**, Philadelphia, v. 40, n. 3, p. 537-570, 1999.

GONG, G.; KELLER, W. Convergence and polarization in global income levels: a review of recent results on the role of international technology diffusion. **Research policy**, v. 32, n. 6, p. 1.055-1.079, 2003.

GRILICHES, Z. **R&D and productivity**. Chicago: University of Chicago Press, 1998.

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, Aug. 1993.

MAGGIONI, M. A.; NOSVELLI, M.; UBERTI, T. E. Space versus networks in the geography of innovation: a European analysis. **Papers in regional science**, v. 86, n. 3, p. 471-493, Aug. 2007. Disponível em: <<http://goo.gl/pLsT3k>>.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; CERİ – CENTRE FOR EDUCATIONAL RESEARCH AND INNOVATION. **Giving knowledge for free: the emergence of open educational resources**. Paris: OECD Publishing, 2007.

ANEXO A

TABELA A.1
Indicadores utilizados para cálculo dos índices de desenvolvimento tecnológico

Indicador	Medida	Fonte
Inovação e invenção científica		
Artigos em periódicos técnicos e científicos	Total	WDI
Patentes concedidas pelo Escritório de Patentes e Marcas dos EUA (USPTO)	Total	Lederman and Saenz 2005
Patentes concedidas pelo Escritório de Patentes Europeu (EPO)	Total	Lederman and Saenz 2005
Penetração de tecnologias mais antigas		
Grupo A		
Consumo de energia elétrica	Kilowatts-hora <i>per capita</i>	WDI
Tráfego telefônico internacional de saída	Minutos	WDI
Transporte aéreo: partidas de companhias registradas mundialmente	Por 1.000 pessoas	WDI
Maquinário agrícola: tratores	Por 100 hectares de terra arável	WDI
Grupo B		
Linhas telefônicas	Por 100 habitantes	WDI
Exportação de manufaturas	% das exportações de mercadorias	WDI
Exportação de tecnologia média	% das exportações de mercadorias	CEPII BACI database
Penetração de tecnologias recentes		
Usuários de internet	A cada 1.000 pessoas	WDI
Computadores pessoais	A cada 1.000 pessoas	WDI
Usuários de celular	A cada 100 habitantes	WDI
Percentual de linhas digitais		WDI
Exportações de alta tecnologia	% do total de exportações	CEPII BACI database
Exposição à tecnologia externa		
Fluxos líquidos de IDE	% do PIB	WDI
Royalties e pagamentos de licença	% do PIB	WDI
Importação de bens de alta tecnologia	% do PIB	CEPII BACI database
Importação de bens de capital	% do PIB	CEPII BACI database
Importação de bens intermediários	% do PIB	CEPII BACI database

Fonte: World Bank (2008).

Nota: BACI = Banque analytique de commerce internationale, CEPII = Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales, EPO = European Patent Office, WDI = World Development Indicators, IDE = investimento direto estrangeiro, PIB = produto interno bruto, USPTO = United States Patent and Trademark Office.

TABELA A.2
Resumo das variáveis

Variáveis	Descrição	Fonte	Obs.	Média	Desvio-padrão	Mín.	Máx.
<i>coop1</i>	Número de patentes coinventadas	OCDE	111.744	0,811	13,855	0	1112
<i>c1</i>	Número de patentes no país "i" da relação bilateral	OCDE	111.744	1.611	9.243	0	111.317
<i>c2</i>	Número de patentes no país "j" da relação bilateral	OCDE	111.744	703	3.387	0	111.317
<i>dist</i>	Distância geodésica calculada com base nas cidades principais	CEPII	111.744	7.154,00	4.638,20	59,6	19.772,30
<i>comlang_off</i>	Dummy para possuir idioma oficial comum	CEPII	111.744	0,102	0,302	0	1
<i>colony</i>	Dummy para ter havido laço colonial	CEPII	111.744	0,019	0,137	0	1
<i>comcol</i>	Dummy para ter possuído colonizador comum	CEPII	111.744	0,05	0,218	0	1
<i>contig</i>	Dummy para países contíguos	CEPII	111.744	0,025	0,156	0	1
<i>t</i>	Tempo	-	111.744	12,5	6,9	1	24
<i>lc1</i>	$\ln(c1+1)$	-	111.744	2,62	2,66	0	11,62
<i>lc2</i>	$\ln(c2+1)$	-	111.744	2,94	2,69	0	11,62
<i>ldist</i>	$\ln(dist)$	-	111.744	8,56	0,92	4,09	9,89
<i>ldistt</i>	ldist multiplicado por t (tempo)	-	111.744	107,03	60,7	4,09	237,41
<i>ldistt2</i>	ldist multiplicado pelo quadrado de t (tempo)	-	111.744	132.409	125.983	68	557.545

Elaboração da autora.

TABELA A.3
Quantidade de patentes coinventadas entre 1977 e 2000 (coop1)

Quantidade	Freq.	%	% acumulado
0	105.549	94,46	94,46
1	2.309	2,07	96,52
2	893	0,8	97,32
3	573	0,51	97,83
4	346	0,31	98,14
5	276	0,25	98,39
6	191	0,17	98,56
7	158	0,14	98,7
8	91	0,08	98,78
9	107	0,1	98,88
10	80	0,07	98,95
11	71	0,06	99,02
12	60	0,05	99,07
13	51	0,05	99,11
14	49	0,04	99,16
15	34	0,03	99,19
>15	906	0,81	100

Elaboração da autora.

TABELA A.4
Equação gravitacional: binomial negativa

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<i>lc1</i>	0,810*** -0,0136	0,791*** -0,0114	0,793*** -0,0115	0,786*** -0,0116	0,788*** -0,0116	0,793*** -0,0116	0,788*** -0,0117
<i>lc2</i>	0,781*** -0,0155	0,760*** -0,0137	0,756*** -0,0136	0,759*** -0,0135	0,754*** -0,0134	0,756*** -0,0136	0,754*** -0,0134
<i>ldist</i>	-0,550*** -0,043	-0,530*** -0,0341	-0,538*** -0,0334	-0,461*** -0,0361	-0,469*** -0,0352	-0,538*** -0,0331	-0,469*** -0,0352
<i>comlang_off</i>		1,046*** -0,0984	0,908*** -0,105	0,944*** -0,105	0,808*** -0,109	0,905*** -0,105	0,808*** -0,111
<i>colony</i>			0,592*** -0,186		0,581*** -0,182	0,594*** -0,187	0,582*** -0,183
<i>contig</i>				0,557*** -0,181	0,541*** -0,176		0,541*** -0,175
<i>comcol</i>						0,0529 -0,527	0,00762 -0,486
Observações	111.744	111.744	111.744	111.744	111.744	111.744	111.744
<i>Chi-square</i>	5.268	7.505	7.350	7.207	7.203	7.350	7.209
AIC	48.870	47.870	47.756	47.776	47.665	47.758	47.667
BIC	48.918	47.927	47.823	47.843	47.742	47.835	47.754
<i>rank</i>	5	6	7	7	8	8	9
ll	-24.430	-23.929	-23.871	-23.881	-23.825	-23.871	-23.825

Elaboração da autora.

Obs.: 1. A variável dependente é *coop1* (nível).

2. Erros padrão *cluster*-robustos em parênteses.

3. Os modelos foram estimados no *software* STATA.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

TABELA A.5
Equação gravitacional: binomial negativa com *dummies* para anos

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<i>lc1</i>	0,804*** -0,014	0,784*** -0,0117	0,786*** -0,0117	0,779*** -0,0119	0,780*** -0,0118	0,785*** -0,0118	0,780*** -0,0119
<i>lc2</i>	0,765*** -0,0162	0,742*** -0,0139	0,737*** -0,0139	0,740*** -0,0138	0,735*** -0,0137	0,736*** -0,0139	0,734*** -0,0138
<i>ldist</i>	-0,564*** -0,0439	-0,545*** -0,0337	-0,554*** -0,0328	-0,474*** -0,0365	-0,484*** -0,0355	-0,554*** -0,0326	-0,484*** -0,0355
<i>comlang_off</i>		1,099*** -0,0989	0,961*** -0,102	0,996*** -0,106	0,859*** -0,108	0,971*** -0,103	0,870*** -0,11
<i>colony</i>			0,606*** -0,181		0,598*** -0,177	0,600*** -0,181	0,590*** -0,177
<i>contig</i>				0,551*** -0,167	0,538*** -0,162		0,542*** -0,163
<i>comcol</i>						-0,194 -0,524	-0,237 -0,484
Observações	111.744	111.744	111.744	111.744	111.744	111.744	111.744
<i>Chi-square</i>	7.150	8.798	8.708	8.465	8.572	8.828	8.669
AIC	48547,17	47391,52	47263,15	47290,88	47164,58	47263,02	47163,46
BIC	48816,64	47670,62	47551,87	47579,6	47462,92	47561,36	47471,43
<i>rank</i>	28	29	30	30	31	31	32
ll	-24.246	-23.667	-23.602	-23.615	-23.551	-23.601	-23.550

Elaboração da autora.

Obs.: 1. A variável dependente é *coop1* (nível).

2. Erros padrão *cluster*-robustos em parênteses.

3. Os modelos foram estimados no *software* STATA.

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

TABELA A.6

Equação gravitacional: binomial negativa com *dummies* para países

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<i>lc1</i>	0,936*** -0,0256	0,937*** -0,0266	0,943*** -0,0267	0,932*** -0,0265	0,938*** -0,0267	0,946*** -0,0267	0,940*** -0,0266
<i>lc2</i>	0,914*** -0,0233	0,935*** -0,0244	0,934*** -0,0243	0,939*** -0,0242	0,937*** -0,0242	0,935*** -0,0244	0,939*** -0,0243
<i>ldist</i>	-0,716*** -0,0482	-0,563*** -0,0448	-0,577*** -0,0437	-0,473*** -0,0448	-0,492*** -0,0438	-0,587*** -0,0448	-0,501*** -0,0446
<i>comlang_off</i>		0,986*** -0,104	0,840*** -0,111	0,832*** -0,11	0,712*** -0,116	0,844*** -0,111	0,717*** -0,115
<i>colony</i>			0,538*** -0,154		0,482*** -0,147	0,531*** -0,154	0,476*** -0,146
<i>contig</i>				0,557*** -0,146	0,517*** -0,149		0,514*** -0,149
<i>comcol</i>						-0,534* -0,315	-0,509* -0,298
Observações	111.744	111.744	111.744	111.744	111.744	111.744	111.744
<i>Chi-square</i>	12.440	14.532	13.793	15.254	14.518	13.795	14.532
AIC	45.373,32	44.719,96	44.618,29	44.601,78	44.517,48	44.607,7	44.507,9
BIC	46.345,34	45.701,61	45.609,55	45.593,05	45.518,37	45.608,59	45.518,42
<i>rank</i>	101	102	103	103	104	104	105
ll	-22.586	-22.258	-22.206	-22.198	-22.155	-22.200	-22.149

Elaboração da autora.

Obs.: 1. A variável dependente é *coop1* (nível).

2. Erros padrão *cluster*-robustos em parênteses.

3. Os modelos foram estimados no *software* STATA.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

TABELA A.7

Modelo gravitacional: binomial negativa com *dummies* para anos e países

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<i>lc1</i>	0,699*** -0,0502	0,679*** -0,0497	0,687*** -0,0501	0,670*** -0,0496	0,678*** -0,0501	0,692*** -0,0502	0,682*** -0,0502
<i>lc2</i>	0,672*** -0,0483	0,673*** -0,0488	0,674*** -0,049	0,673*** -0,0486	0,674*** -0,0489	0,678*** -0,0492	0,677*** -0,0491
<i>ldist</i>	-0,732*** -0,0485	-0,575*** -0,0452	-0,589*** -0,0442	-0,483*** -0,0452	-0,501*** -0,0443	-0,597*** -0,0454	-0,508*** -0,0453
<i>comlang_off</i>		1,004*** -0,104	0,868*** -0,11	0,849*** -0,11	0,737*** -0,115	0,871*** -0,11	0,740*** -0,114
<i>colony</i>			0,508*** -0,152		0,452*** -0,144	0,503*** -0,152	0,448*** -0,143
<i>contig</i>				0,564*** -0,143	0,528*** -0,145		0,526*** -0,145
<i>comcol</i>						-0,392 -0,3	-0,363 -0,284
Observações	111.744	111.744	111.744	111.744	111.744	111.744	111.744
<i>Chi-square</i>	15.380	16.063	15.383	17.092	16.437	15.380	16.446
AIC	45.042	44.312	44.213	44.180	44.098	44.207	44.093
BIC	46.236	45.515	45.425	45.393	45.320	45.429	45.325
<i>rank</i>	124	125	126	126	127	127	128
ll	-22.397	-22.031	-21.980	-21.964	-21.922	-21.976	-21.919

Elaboração da autora.

Obs.: 1. A variável dependente é *coop1* (nível).2. Erros padrão *cluster*-robustos em parênteses.3. Os modelos foram estimados no *software* STATA.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

TABELA A.8
Modelo gravitacional: binomial negativa ano a ano

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>lc1</i>	0,691***	0,722***	0,784***	0,761***	0,790***	0,806***	0,799***	0,820***
	-0,0366	-0,0325	-0,0277	-0,0322	-0,0358	-0,0436	-0,0325	-0,0276
<i>lc2</i>	0,688***	0,716***	0,674***	0,698***	0,701***	0,687***	0,785***	0,747***
	-0,0412	-0,043	-0,0309	-0,0397	-0,0368	-0,0443	-0,0361	-0,0323
<i>ldist</i>	-0,428***	-0,475***	-0,532***	-0,407***	-0,479***	-0,364***	-0,366***	-0,501***
	-0,0661	-0,0684	-0,0667	-0,064	-0,0777	-0,075	-0,0808	-0,0569
<i>comlang_off</i>	1,494***	0,767***	1,083***	1,334***	1,479***	1,013***	1,290***	1,449***
	-0,175	-0,206	-0,152	-0,193	-0,189	-0,273	-0,225	-0,17
<i>colony</i>	0,559*	0,838**	0,344	0,26	0,33	0,46	0,368	0,165
	-0,297	-0,341	-0,223	-0,271	-0,337	-0,314	-0,346	-0,261
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
<i>lc1</i>	0,815***	0,788***	0,776***	0,781***	0,842***	0,776***	0,774***	0,753***
	-0,0271	-0,0253	-0,0257	-0,029	-0,0259	-0,0299	-0,0276	-0,0224
<i>lc2</i>	0,768***	0,733***	0,730***	0,733***	0,742***	0,740***	0,704***	0,701***
	-0,0302	-0,0278	-0,0305	-0,0312	-0,0255	-0,0339	-0,0347	-0,0239
<i>ldist</i>	-0,551***	-0,528***	-0,468***	-0,546***	-0,631***	-0,650***	-0,649***	-0,541***
	-0,0608	-0,0614	-0,0572	-0,0567	-0,0575	-0,0672	-0,0944	-0,0506
<i>comlang_off</i>	1,191***	1,289***	1,315***	0,925***	0,869***	0,759***	0,835***	0,860***
	-0,166	-0,193	-0,187	-0,185	-0,189	-0,233	-0,179	-0,154
<i>colony</i>	0,225	0,0217	0,156	0,780***	1,165**	0,743	1,014**	0,779***
	-0,283	-0,27	-0,268	-0,263	-0,477	-0,69	-0,394	-0,25
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	
<i>lc1</i>	0,781***	0,811***	0,801***	0,782***	0,811***	0,798***	0,785***	
	-0,0176	-0,018	-0,0176	-0,0165	-0,0199	-0,0179	-0,0173	
<i>lc2</i>	0,730***	0,767***	0,761***	0,740***	0,789***	0,774***	0,760***	
	-0,0217	-0,022	-0,0211	-0,0177	-0,0217	-0,0212	-0,021	
<i>ldist</i>	-0,565***	-0,499***	-0,523***	-0,603***	-0,631***	-0,652***	-0,647***	
	-0,0508	-0,0511	-0,0443	-0,0447	-0,0426	-0,0497	-0,0432	
<i>comlang_off</i>	0,927***	0,771***	0,706***	0,771***	0,715***	0,748***	0,798***	
	-0,14	-0,141	-0,127	-0,132	-0,133	-0,153	-0,135	
<i>colony</i>	0,421*	0,671**	0,597***	0,742***	0,535**	0,681**	0,932***	
	-0,233	-0,279	-0,203	-0,208	-0,212	-0,28	-0,229	

Elaboração da autora.

Obs.: 1. A variável dependente é *coop1* (nível).

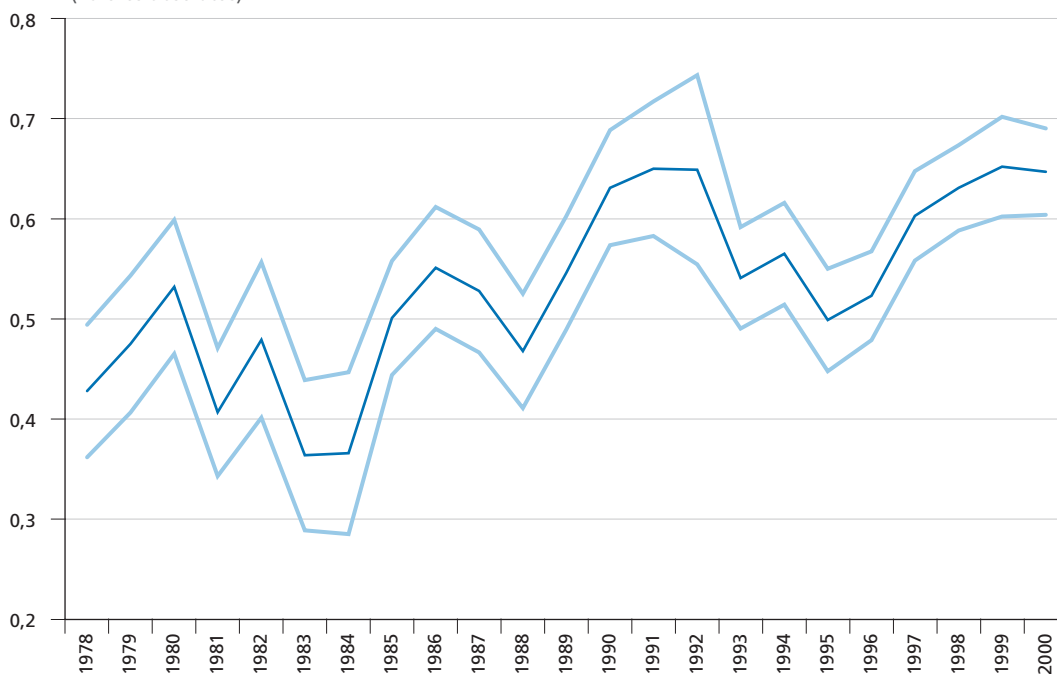
2. Erros padrão *cluster*-robustos em parênteses.

3. Os modelos foram estimados no *software* STATA.

4. Para cada ano, há 4.656 observações.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

GRÁFICO A.1
Coeficiente da distância obtido pela estimação do modelo binomial negativo ano a ano
(Valores absolutos)



Elaboração da autora.

TABELA A.9

Equação gravitacional: modelos em painel

	Poisson com efeitos aleatórios gama erros padrão <i>cluster-robustos</i>	Poisson com efeitos aleatórios normais erros padrão <i>default</i>	Binomial negativa com efeitos aleatórios erros padrão <i>default</i>	Poisson com efeitos aleatórios gama erros padrão <i>cluster-robustos</i>	Poisson com efeitos aleatórios normais erros padrão <i>default</i>	Binomial negativa com efeitos aleatórios erros padrão <i>default</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>lc1</i>	0,757*** -0,0174	0,784*** -0,0113	0,683*** -0,016	0,754*** -0,0164	0,781*** -0,0114	0,693*** -0,016
<i>lc2</i>	0,677*** -0,0303	0,695*** -0,0105	0,637*** -0,0161	0,684*** -0,0262	0,703*** -0,0107	0,647*** -0,0175
<i>ldist</i>	-0,651*** -0,0428	-0,683*** -0,0339	-0,494*** -0,0403	-0,810*** -0,0664	-0,843*** -0,0358	-0,664*** -0,0656
<i>ldistt</i>				0,0268*** -0,00554	0,0272*** -0,00181	0,0265*** -0,00404
<i>ldistt2</i>				-4,67e-06*** -1,08e-06	-4,80e-06*** -3,45e-07	-4,62e-06*** -8,05e-07
<i>comlang_off</i>	1,027*** -0,0986	1,141*** -0,102	0,846*** -0,0951	1,044*** -0,0918	1,155*** -0,102	0,903*** -0,126
Observações	111,744	111,744	111,744	111,744	111,744	111,744
<i>rank</i>	29	29	30	31	31	32
<i>ll</i>	-21.749	-21.727	-20.702	-21.637	-21.613	-20.643

Elaboração da autora.

Obs.: 1. A variável dependente é *coop1* (nível).

2. Todos os modelos incluem *dummies* para anos.

3. Modelos estimados no STATA.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

TABELA A.10
Equação gravitacional: modelos em painel para dois períodos

	Poisson com efeitos aleatórios gama erros padrão <i>cluster</i> -robustos		Poisson com efeitos aleatórios normais erros padrão <i>default</i>		Binomial negativa com efeitos aleatórios erros padrão <i>default</i>	
	(1) 1977-1989	(2) 1990-2000	(3) 1977-1989	(4) 1990-2000	(5) 1977-1989	(6) 1990-2000
<i>lc1</i>	0,784*** 0,0166	0,796*** 0,0135	0,834*** 0,0194	0,835*** 0,0132	0,745*** 0,0148	0,743*** 0,0105
<i>lc2</i>	0,763*** 0,0255	0,753*** 0,0166	0,814*** 0,0217	0,780*** 0,0134	0,718*** 0,0179	0,696*** 0,0118
<i>ldist</i>	-0,450*** 0,0507	-0,693*** 0,0684	-0,503*** 0,0503	-0,726*** 0,0358	-0,415*** 0,0377	-0,585*** 0,028
<i>comlang_off</i>	1,415*** 0,1761	0,923*** 0,1064	1,508*** 0,1434	1,065*** 0,1088	1,304*** 0,1106	0,848*** 0,0855
Observações	60.528	51.216	60.528	51.216	60.528	51.216
<i>rank</i>	18	16	18	16	19	17
ll	-7.086	-14.218	-7.057	-14.183	-6.872	-13.760

Elaboração da autora.

Obs.: 1. A variável dependente é *coop1* (nível).

2. Todos os modelos incluem *dummies* para anos.

3. Modelos estimados no STATA.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

TABELA A.11
Lista de países por região e nível de renda

Ano	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
ÁFRICA														
Argélia	UM	UM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Egito	LM	LM	LM	L	L	L	L	L	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Quênia	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Marrocos	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Nigéria	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Seicheles	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM
África do Sul	LM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	LM	UM	UM
Tunísia	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Zimbábue	LM	LM	LM	LM	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
AMÉRICA														
Argentina	UM	UM	LM	LM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM
Bermudas	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Brasil	UM	LM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM
Canadá	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Ilhas Cayman	..	..	..	..	..	..	H	H	H	H	H	H	H	H
Chile	LM	LM	LM	LM	LM	LM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM
Colômbia	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Costa Rica	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Cuba	..	..	..	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Equador	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
El Salvador	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Guatemala	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Jamaica	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
México	LM	LM	LM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM
Panamá	UM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	UM	UM	UM
Peru	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Porto Rico	UM	UM	H	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM
Trinidad e Tobago	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM
Estados Unidos	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Uruguai	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM
Venezuela	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	LM	LM	LM	UM	UM	UM	UM
ÁSIA														
Armênia	..	..	..	..	LM	LM	L	L	L	L	L	L	L	L
China	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	LM	L	LML	LM
Taipei	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

(Continua)

(Continuação)

Ano	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Rep. Dem. Coreia	..	..	..	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	L	L	L
Geórgia	..	..	..	..	LM	LM	L	L	L	LM	LM	LM	L	L
Hong Kong	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Índia	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Indonésia	L	L	L	L	L	L	LM	LM	LM	LM	LM	L	L	L
Irã	UM	UM	UM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Israel	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Japão	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Jordânia	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Cazaquistão	..	..	..	..	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Coreia do Sul	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	H	H	H	UM	UM	UM
Kuwait	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Líbano	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	UM	UM	UM	UM
Malásia	LM	LM	LM	LM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM
Mongólia	..	..	LM	LM	LM	LM	L	L	L	L	L	L	L	L
Paquistão	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Filipinas	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Rússia	..	..	..	..	UM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Arábia Saudita	H	H	H	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM
Cingapura	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Sri Lanka	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	LM	LM	LM	LM
Taiwan														
Tailândia	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Emirados Árabes	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Uzbequistão	..	..	..	..	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	L	L
EUROPA														
Andorra	..	..	..	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Áustria	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Bielorússia	..	..	..	..	UM	UM	UM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Bélgica	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Bósnia Herzegovina	..	..	..	..	..	LM	L	L	L	L	L	LM	LM	LM
Bulgária	..	..	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Croácia	..	..	..	..	..	LM	L	L	UM	UM	UM	UM	UM	UM
Chipre	UM	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Rep. Checa	..	..	..	..	..	LM	LM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM
Dinamarca	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Estônia	..	..	..	..	UM	UM	UM	LM	LM	LM	UM	UM	UM	UM

(Continua)

(Continuação)

Ano	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Finlândia	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
França	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Alemanha	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Grécia	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	H	H	H	H	H
Hungria	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM
Islândia	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Irlanda	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Itália	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Letônia	..	..	..	..	UM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Lituânia	..	..	..	..	UM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Luxemburgo	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Macedônia	..	..	..	..	..	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Malta	UM	UM	H	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	H	UM	H
Moldávia	..	..	..	..	LM	LM	LM	LM	LM	L	L	L	L	L
Países Baixos	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Noruega	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Polônia	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	UM	UM	UM	UM	UM
Portugal	UM	UM	UM	UM	UM	UM	UM	H	H	H	H	H	H	H
Romênia	UM	UM	UM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Eslováquia	..	..	..	..	..	LM	LM	LM	LM	UM	UM	UM	UM	UM
Eslovênia	..	..	..	..	..	UM	UM	UM	UM	UM	H	H	H	H
Espanha	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Suécia	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Suíça	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Turquia	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	UM	UM	LM	UM
Ucrânia	..	..	..	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	L	L
Reino Unido	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
PACÍFICO														
Austrália	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Nova Zelândia	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

Legenda: Baixa renda (L), média-baixa renda (LM), média-alta renda (UM), alta renda (H).
Fonte: World Bank Analytical Classification (apresentado no World Development Indicators).
Obs.: classificação dos países por região definida pela autora.

TABELA A.12
Equação gravitacional por região

		Europa	América	Ásia	Pacífico	África
Poisson com	<i>ldist</i>	-0,628***	-0,679***	-0,897***	-0,495	-0,959***
efeitos aleatórios gama		-0,0629	-0,113	-0,137	-0,561	-0,239
erros padrão <i>cluster</i> -robustos	<i>comlang_off</i>	1,182***	0,733***	0,959***	0,855***	1,452***
		-0,202	-0,149	-0,169	-0,277	-0,352
Poisson com	<i>ldist</i>	-0,659***	-0,725***	-0,754***	-0,17	-0,962***
efeitos aleatórios normais		-0,038	-0,114	-0,101	-0,304	-0,201
erros padrão <i>default</i>	<i>comlang_off</i>	1,210***	0,797***	1,345***	0,900***	1,563***
		-0,148	-0,158	-0,214	-0,251	-0,291
Binomial negativa	<i>ldist</i>	-0,464***	-0,340***	-0,593***	-0,418*	-0,893***
com efeitos aleatórios		-0,0261	-0,0921	-0,0802	-0,222	-0,184
erros padrão <i>default</i>	<i>comlang_off</i>	0,769***	0,644***	1,209***	0,606***	1,594***
		-0,096	-0,104	-0,144	-0,219	-0,271
Observações		70.680	43.344	38.616	4.584	17.760
Número de relações		2.945	1.806	1.609	191	740

Elaboração da autora.

Obs.: 1. A variável dependente é *coop1* (nível).

2. Todos os modelos incluem *dummies* para os anos.

3. Os modelos foram estimados no *software* STATA.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

TABELA A.13
Equação gravitacional: Poisson com efeitos aleatórios normais por região

	Europa		América		Ásia		Pacífico		África	
	1977-1989	1990-2000	1977-1989	1990-2000	1977-1989	1990-2000	1977-1989	1990-2000	1977-1989	1990-2000
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
<i>ldist</i>	0,662***	0,658***	0,722***	0,658***	0,762***	0,754***	-0,165	-0,169	0,923***	0,961***
	-0,0382	-0,0381	-0,114	-0,0381	-0,102	-0,101	-0,303	-0,304	-0,203	-0,201
<i>comlang_off</i>	1,213***	1,206***	0,810***	1,206***	1,323***	1,358***	0,903***	0,900***	1,521***	1,571***
	-0,149	-0,149	-0,159	-0,149	-0,217	-0,213	-0,251	-0,251	-0,293	-0,292
Observações	69.613	69.419	42.728	69.419	37.648	37.472	4.529	4.519	17.364	17.292
Número de relações	2.945	2.945	1.806	2.945	1.609	1.609	191	191	740	740
<i>Chi-square</i>	40.730	40.764	40.143	40.764	12.213	12.220	2.181	2.182	433,1	438,7
N	69.613	69.419	42.728	69.419	37.648	37.472	4.529	4.519	17.364	17.292
<i>rank</i>	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
ll	-16.284	-16.287	-7.489	-16.287	-4.644	-4.659	-1.383	-1.383	-908	-914,8

Elaboração da autora.

Obs.: 1. A variável dependente é *coop1* (nível).

2. Todos os modelos incluem *dummies* para os anos.

3. Os modelos foram estimados no *software* STATA.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

TABELA A.14

Equação gravitacional com coeficiente da distância variável no tempo

		Europa	América	Ásia	Pacífico	África
Poisson com	<i>ldist</i>	-0,778***	-0,892***	-0,392	-0,676	-1,223***
efeitos aleatórios gama		-0,0721	-0,252	-0,492	-0,9702	-0,3
erros padrão <i>bootstrap</i>	<i>ldistt</i>	0,0180***	0,0519***	-0,0237	-0,056	0,0153
		-0,00567	-0,02	-0,0428	-0,1481	-0,0354
	<i>comlang_off</i>	1,196***	0,753***	0,964***	0,829***	1,442***
		-0,191	-0,161	-0,172	-0,2358	-0,289
Poisson com	<i>ldist</i>	-0,810***	-0,942***	-0,426**	-0,365	-1,220***
efeitos aleatórios normais		-0,04	-0,116	-0,213	-0,447	-0,322
erros padrão <i>default</i>	<i>ldistt</i>	0,0185***	0,0527***	-0,00562	-0,0588	0,014
		-0,00222	-0,00345	-0,0205	-0,0481	-0,0432
	<i>comlang_off</i>	1,226***	0,808***	1,331***	0,887***	1,557***
		-0,147	-0,153	-0,212	-0,251	-0,293
Observações		70.680	43.344	38.616	4.584	17.760
Número de relações		2.945	1.806	1.609	191	740

Elaboração da autora.

Obs.: 1. A variável dependente é *coop1* (nível).

2. Todos os modelos incluem *dummies* para os anos.

3. Os modelos foram estimados no software STATA.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

TABELA A.15

Perfil de cooperação entre países

Número de patentes coinventadas	Europa	América	Ásia	Pacífico	África
Europa	24.211	33.811	4.813	1.108	338
América	33.811	7.680	15.269	1.484	274
Ásia	4.813	15.269	1.304	189	23
Pacífico	1.108	1.484	189	54	17
África	338	274	23	17	1
Total	64.281	58.518	21.598	2.852	653
%	Europa	América	Ásia	Pacífico	África
Europa	38	58	22	39	52
América	53	13	71	52	42
Ásia	7	26	6	7	4
Pacífico	1,7	2,5	0,9	1,9	2,6
África	0,5	0,5	0,1	0,6	0,2
Total (%)	100	100	100	100	100

Elaboração da autora.

TABELA 16
Modelo gravitacional por nível de renda

		Alta	Média-alta	Média-baixa	Baixa
Poisson com	<i>ldist</i>	-0,606***	-0,732***	-1,033***	-1,216***
efeitos aleatórios gama		-0,0307	-0,102	-0,212	-0,155
erros padrão <i>bootstrap</i>	<i>comlang_off</i>	0,980***	0,764***	1,282***	0,632***
		-0,105	-0,211	-0,336	-0,24
Poisson com	<i>ldist</i>	-0,677***	-0,799***	-0,869***	-1,044***
efeitos aleatórios normais		-0,0352	-0,0668	-0,0957	-0,146
erro padrão <i>default</i>	<i>comlang_off</i>	1,088***	0,946***	1,624***	0,917***
		-0,107	-0,238	-0,309	-0,296
Binomial negativa	<i>ldist</i>	-0,527***	-0,670***	-0,857***	-0,997***
com efeitos aleatórios		-0,0273	-0,0565	-0,0905	-0,146
erros padrão <i>default</i>	<i>comlang_off</i>	0,855***	0,822***	1,584***	0,832***
		-0,0826	-0,199	-0,274	-0,252
Observações		33.353	20.899	23.172	12.007
Número de relações		2.909	2.704	2.632	1.496

Elaboração da autora.

Obs.: 1. A variável dependente é *coop1* (nível).

2. Todos os modelos incluem *dummies* para os anos.

3. Os modelos foram estimados no *software* STATA.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

TABELA 17
Modelo gravitacional por nível de renda com coeficiente da distância variável no tempo

		Alta	Média-alta	Média-baixa	Baixa
Poisson com	<i>ldist</i>	-1,026***	-0,518	-2,490***	0,478
efeitos aleatórios gama		-0,0862	-0,541	-0,727	-1,063
erros padrão <i>bootstrap</i>	<i>ldist</i>	0,0563***	-0,0166	0,106*	-0,122
		-0,0108	-0,049	-0,0633	-0,0875
	<i>comlang_off</i>	1,035***	0,758***	1,201***	0,661***
		-0,103	-0,188	-0,306	-0,256
Poisson com	<i>ldist</i>	-1,104***	-0,673**	-3,175***	0,11
efeitos aleatórios normais		-0,0517	-0,301	-0,633	-0,813
erro padrão <i>default</i>	<i>ldist</i>	0,0578***	-0,00496	0,194***	-0,0716
		-0,00462	-0,0286	-0,0603	-0,0749
	<i>comlang_off</i>	1,130***	0,945***	1,507***	0,896***
		-0,108	-0,239	-0,316	-0,294
Binomial negativa	<i>ldist</i>	-0,907***	-0,428	-1,736***	1,202
com efeitos aleatórios		-0,0546	-0,293	-0,627	-0,837
erros padrão <i>default</i>	<i>ldist</i>	0,0507***	-0,0179	0,0656	-0,168**
		-0,00582	-0,0273	-0,0572	-0,078
	<i>comlang_off</i>	0,919***	0,827***	1,522***	0,880***
		-0,0842	-0,2	-0,277	-0,25
Observações		33.353	20.899	23.172	12.007
Número de relações		2.909	2.704	2.632	1.496

Elaboração da autora.

Obs.: 1. A variável dependente é *coop1* (nível).

2. Todos os modelos incluem *dummies* para os anos.

3. Os modelos foram estimados no *software* STATA.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

EDITORIAL

Coordenação

Cláudio Passos de Oliveira

Supervisão

Everson da Silva Moura

Reginaldo da Silva Domingos

Revisão

Clícia Silveira Rodrigues

Idalina Barbara de Castro

Laetícia Jensen Eble

Leonardo Moreira de Souza

Marcelo Araujo de Sales Aguiar

Marco Aurélio Dias Pires

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Barbara Pimentel (estagiária)

Jessyka Mendes de Carvalho Vásquez (estagiária)

Karen Aparecida Rosa (estagiária)

Tauânara Monteiro Ribeiro da Silva (estagiária)

Editoração

Bernar José Vieira

Cristiano Ferreira de Araújo

Daniella Silva Nogueira

Danilo Leite de Macedo Tavares

Diego André Souza Santos

Jeovah Herculano Szervinsk Junior

Leonardo Hideki Higa

Capa

Luis Cláudio Cardoso da Silva

Projeto Gráfico

Renato Rodrigues Buenos

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Livraria do Ipea

SBS – Quadra 1 - Bloco J - Ed. BNDES, Térreo.

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 3315-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Composto em adobe garamond pro 12/16 (texto)
Frutiger 67 bold condensed (títulos, gráficos e tabelas)
Impresso em offset 90g/m² (miolo)
Cartão supremo 250g/m² (capa)
Brasília-DF

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.



ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Secretaria de
Assuntos Estratégicos