

A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica

Science in Brazilian regions: Development of scholarly production and research collaboration networks

Otávio José Guerci SIDONE¹

Eduardo Amaral HADDAD¹

Jesús Pascual MENA-CHALCO²

Resumo

A recente evolução da ciência brasileira é caracterizada pelo crescimento acelerado da produção científica e pela intensificação da colaboração entre seus pesquisadores. Este trabalho tem por objetivo apresentar elementos sobre o papel da geografia na evolução da produção e colaboração científica no Brasil entre 1992 e 2009, por meio da identificação de padrões espaciais e da importância relativa das regiões em termos de produção, especialização científica e grau de interação colaborativa com outras regiões. Para este estudo, foram desenvolvidas (i) uma base de dados única, composta por mais de um milhão de pesquisadores e sete milhões de publicações científicas registradas na Plataforma Lattes, e (ii) diferentes redes de colaborações (coautoria) científicas entre regiões e estados brasileiros. Embora os principais resultados apontem para a heterogeneidade espacial da produção e colaboração científica, existem fortes evidências de um processo de desconcentração espacial ao longo do tempo associado à expansão das redes de colaboração e ao aumento da participação de autores das regiões cientificamente menos tradicionais, tais como Sul e Nordeste. Observam-se diferenças acentuadas entre as distribuições regionais da produção e as configurações espaciais das redes de cada área do conhecimento. Neste trabalho ressalta-se a importância das redes de colaboração científica no tocante à formulação de políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil no sentido de promover o incremento de qualidade e a desconcentração regional da atividade científica e, conseqüentemente, o desenvolvimento das regiões menos favorecidas.

Palavras-chave: Análise espacial. Colaboração científica. Padrões espaciais. Produção científica. Técnicas bibliométricas.

Abstract

The recent development in Brazilian science is characterized by the rapid growth in scientific output and increased domestic research collaboration. The aim of this paper is to provide evidence on the role of geography in the development of scientific publication and scientific collaboration in Brazil between 1992 and 2009. The procedure adopted enabled the identification of spatial patterns and relative importance of the geographical regions in terms of output, expertise, and scientific interaction with other regions. For this study, we developed (i) a unique database with over one million researchers and seven million publications registered in the Brazilian Lattes Platform and (ii) a set of scientific collaboration networks among Brazilian regions and states. Although the main results of the paper

¹ Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Departamento de Economia. Av. Prof. Luciano Gualberto, 908, Cidade Universitária, 05508-900, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: O.J.G. SIDONE. E-mail: <otavio.sidone@gmail.com>.

² Universidade Federal do ABC, Centro de Matemática, Computação e Cognição, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. Santo André, SP, Brasil.

Recebido em 14/7/2014, reapresentado em 30/3/2015 e aceito para publicação em 20/5/2015.

indicate spatial heterogeneity and scientific collaboration, there is strong evidence of geographical deconcentration over time associated with the expansion of collaboration networks and increased participation of authors from less traditional scientific regions such as the South and Northeast. We found significant differences among regional distribution of publications and spatial network configurations in each area of knowledge. The study points to the importance of scientific collaboration networks on the policy formulation for Science, Technology and Innovation in Brazil to promote the regional deconcentration of scientific activities and therefore promote regional development of less privileged regions.

Keywords: Spatial analysis. Scientific collaboration. Spatial patterns. Scientific production. Bibliometric techniques.

Introdução

O Brasil enfrenta diversos desafios no tocante ao desenvolvimento e à consolidação de seu Sistema Nacional de Inovação. Dentre eles, destacam-se as necessidades de incentivo às atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) por parte do setor privado e a internacionalização das universidades. Particularmente, no âmbito do sistema científico, é imprescindível fomentar a difusão da reconhecida excelência dos grandes centros urbanos do Sudeste para centros menos privilegiados de outras regiões (Cruz & Chaimovich, 2010) de maneira a atenuar a intensa concentração regional das atividades ao longo do território nacional (Albuquerque *et al.*, 2002, 2005; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2011; Chiarini *et al.*, 2014). Além disso, é preciso associar o crescimento da atividade científica ao incremento de sua qualidade (Helene & Ribeiro, 2011).

No âmbito da evolução recente da produção científica mundial, observa-se que seu crescimento acelerado é acompanhado pelo aumento da colaboração entre os pesquisadores. Embora a comparticipação internacional possua importância singular no tocante à adição de valor à produção científica, no caso dos países cientificamente emergentes, tais como China, Brasil e Índia, o crescimento acelerado da produção está diretamente associado à intensificação dos esforços colaborativos entre pesquisadores localizados dentro do território nacional (Leta & Chaimovich, 2002; Royal Society, 2011).

Diante disso, é crescente a atenção voltada à melhor compreensão da articulação entre os pesquisadores nacionais nas redes de colaboração científica. Por um lado, a interação na produção compartilhada de conhecimento técnico-científico pode desempenhar papel primordial relacionado aos desafios das políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (C&T&I), uma vez que

consiste instrumento essencial para a desconcentração regional e usualmente provoca o incremento tanto na qualidade da produção científica gerada, quanto no valor econômico dos resultados obtidos. Por outro lado, é importante a compreensão de que tanto a criação como a difusão do conhecimento são processos localizados espacialmente, na medida em que suas distribuições são concentradas no território. Nesse contexto, a proximidade geográfica consiste em um mecanismo facilitador do processo de aprendizagem e transmissão do conhecimento.

A compreensão do papel desempenhado pela geografia nas redes de colaboração científica possui diversas razões práticas. Primeiramente, pode fundamentar decisões internas à comunidade acadêmica relacionadas à escolha de parceiros colaboradores para a otimização do impacto e visibilidade da pesquisa. Em segundo lugar, pode auxiliar a condução de políticas públicas quanto à alocação de recursos para a realização de projetos colaborativos entre regiões de maneira a aumentar a qualidade da produção científica a partir de determinada quantidade dispendida no financiamento desses últimos (Pan *et al.*, 2012).

Este estudo visa incorporar a perspectiva da ciometria espacial na análise da evolução recente da produção científica brasileira de maneira a compreender a importância da geografia na produção de conhecimento no território. Embora possua caráter descritivo, a metodologia empregada permitiu tanto a análise espacial da produção acadêmica como também a tentativa inédita de compreensão dos padrões geográficos das colaborações científicas em todas as áreas do conhecimento ao longo do período compreendido entre 1992 e 2009.

Acredita-se que é oportuna a tentativa de descrever as principais características da evolução da ciência brasileira sob o ponto de vista regional e da geografia das redes de colaboração entre os pesquisadores

brasileiros, uma vez que isso permite contribuir para o melhor entendimento do funcionamento e evolução do sistema nacional de inovação. Além desta introdução, serão discutidas a importância da colaboração acadêmica e o papel da geografia na evolução da ciência. Em seguida, serão apresentados e debatidos os métodos utilizados e os resultados relacionados à evolução regional da produção e da colaboração científicas no Brasil. Por fim, serão enunciadas as principais conclusões obtidas.

A geografia da ciência e da colaboração

Embora sejam múltiplas as facetas das interações biunívocas entre ciência e tecnologia, a importância do conhecimento científico para o desenvolvimento tecnológico é fundamental, e a geografia parece desempenhar papel determinante nesse contexto. É consensual que a geração, difusão e transmissão desse conhecimento para atividades tecnológicas são processos complexos e economicamente fundamentais. Isso porque a pesquisa científica básica desempenha papel determinante como impulsionador da inovação tecnológica (mecanismo responsável pela transformação do conhecimento em aplicações economicamente eficientes por meio de novos produtos ou processos) e, por conseguinte, da evolução do sistema econômico e do desenvolvimento regional. O conjunto de instituições que propiciam tal articulação compõe o Sistema Nacional de Inovação, ainda imaturo, no caso do Brasil, devido, principalmente, à baixa intensidade tecnológica da estrutura industrial (Albuquerque *et al.*, 2005).

No entanto, é fundamental a compreensão de que esses mesmos processos de geração, difusão e transmissão do conhecimento científico, para atividades tecnológicas, são espacialmente localizados. Isso evidencia a importância da inclusão da perspectiva da geografia em análises cientométricas, com o intuito de identificar padrões de configuração espacial da atividade científica, temas que figuram como objetos de pesquisa da Área denominada de Cientometria Espacial (Ponds *et al.*, 2009).

A incorporação da dimensão da geografia torna-se essencial, visto que a atividade científica é distribuída de maneira bastante desigual, tanto entre países como internamente aos territórios nacionais, onde é comum a

evidência de padrões de localização geográfica caracterizados por intensa heterogeneidade espacial. Entre os principais países produtores de conhecimento tal concentração espacial é evidente. Na Rússia, a capital Moscou é origem de metade da produção científica do país. Cidades como Praga, na República Tcheca, Budapeste, na Hungria, e Buenos Aires, na Argentina, localizam cerca de 40% de suas produções nacionais, enquanto Londres, na Inglaterra, Pequim, na China, e Paris, na França, são responsáveis por cerca de 20% dos totais nacionais (Royal Society, 2011).

No Brasil, também se verifica enorme heterogeneidade espacial das atividades de pesquisa científica, onde o padrão regional da distribuição das publicações e dos pesquisadores é altamente concentrado na região Sudeste, com destaque às capitais dos estados. Como exemplo, a cidade de São Paulo concentra cerca de 20% da produção científica brasileira e cresceu 21 posições na lista das cidades de maior geração de conhecimento no mundo durante a última década. Por conta disso, passou a figurar dentre os 20 municípios que mais produziram ciência no mundo (Royal Society, 2011), destacando-se internacionalmente entre as cidades que mais apresentaram crescimento na produção científica recentemente (Matthiessen *et al.*, 2010). No caso brasileiro, a concentração espacial está diretamente relacionada à localização dos *campi* das universidades públicas, primordialmente as estaduais e federais, uma vez que essas são responsáveis pela maioria da atividade científica, padrão típico de países em desenvolvimento. Em 2009, somente sete universidades, localizadas nas regiões Sudeste e Sul do país, foram responsáveis por cerca de 60% dos trabalhos publicados em periódicos internacionais. Dentre elas, quatro possuem *campi* universitários localizados no Estado de São Paulo. Em 2009, a Universidade de São Paulo (USP) forneceu cerca de um quarto da produção brasileira seguida pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp) e Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) com cerca de 8,0% (Glänzel *et al.*, 2006; Leta *et al.*, 2006; United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, 2010; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2011).

A evolução recente da pesquisa científica mundial possui algumas características peculiares. Primeiramente,

a ciência moderna evolui em meio a uma intensa transformação da geografia da pesquisa. A partir da tradicional organização do eixo Europa, Estados Unidos e Japão, a ciência voltou-se para a configuração de uma extensa rede global, onde a ascensão da produção de países emergentes, tais como China, Brasil e Índia, outrora de dimensões reduzidas, passou a desempenhar papel de destaque na produção de conhecimento no mundo, recebendo a denominação de países cientificamente emergentes (Royal Society, 2011). Em segundo lugar, a ciência moderna está se tornando cada vez mais colaborativa, padrão verificado em todas as áreas, embora em intensidades distintas (Olson *et al.*, 2008). No caso dos países cientificamente emergentes, como o Brasil, o crescimento acelerado da produção acadêmica é acompanhado pela expansão da colaboração científica doméstica, ou seja, mediante o processo de intensificação dos esforços cooperativos entre pesquisadores localizados dentro dos territórios nacionais (Cruz & Chaimovich, 2010; Royal Society, 2011; Grossetti *et al.*, 2014).

Embora esse tipo de colaboração usualmente possua importância reduzida nas caracterizações típicas da evolução da produção científica mundial, visto que o crescimento da mesma é costumeiramente atrelado ao aumento da importância da participação internacional (National Science Board, 2012), é interessante notar que os países cientificamente emergentes costumam apresentar níveis de colaboração internacional muito menores do que aquele observado nos países tradicionais. A participação da colaboração doméstica sobre a produção acadêmica dos países cientificamente emergentes manteve-se praticamente constante, em torno de 70% desde 1990, ou seja, quase três quartos da produção científica desses países são oriundos dos esforços colaborativos entre os pesquisadores locais, sem nenhuma participação de estrangeiros (Leta & Chaimovich, 2002; Royal Society, 2011)³. Logo, o crescimento acelerado da produção científica nesses países parece não estar tão associado à intensificação da colaboração internacional, e sim diretamente ligado ao crescimento bastante acelerado da interação doméstica.

No caso particular dos países emergentes, alguns fatores culturais e geográficos auxiliam na explicação do baixo padrão de internacionalização da colaboração científica, já que atuam como mecanismos incentivadores da interação doméstica. Por um lado, a existência de barreiras linguísticas e culturais certamente dificulta a interação com parceiros estrangeiros. Por outro, a dimensão territorial continental e o elevado número de pesquisadores nesses países podem favorecer a busca por parceiros dentro dos limites territoriais nacionais, uma vez que a ultrapassagem das fronteiras necessita percorrer distâncias geográficas enormes. Portanto, da mesma maneira que a colaboração internacional é mecanismo essencial em países pequenos, ou com reduzidas comunidades científicas (tanto pela facilidade geográfica na ultrapassagem das fronteiras como pela possível dificuldade em localizar especialistas dentro de seus territórios), o contrário ocorre em países de grandes dimensões territoriais. Nesses casos, a interação doméstica é facilitada devido à vantagem de escala referente à localização de diversos institutos de pesquisa nacionais, o que leva a mais oportunidades de participação de pesquisadores locais acabando por estimular a colaboração doméstica (Chinchilla-Rodríguez *et al.*, 2010).

São crescentes os esforços de pesquisa direcionados à compreensão dos determinantes das redes de colaboração científica. É notável a importância assumida pela dimensão geográfica nesses estudos, por ser esperado que as interações colaborativas entre os pesquisadores sejam espacialmente localizadas; isso porque a elaboração e o progresso das atividades de pesquisa usualmente exigem encontros e discussões frequentes entre as partes envolvidas (Pan *et al.*, 2012). Devido ao seu papel no desenvolvimento da Ciência, principalmente nos países cientificamente emergentes, a análise da colaboração científica entre pesquisadores dentro de territórios nacionais foi recentemente estudada nos casos da China (Scherngell & Hu, 2011), Turquia (Gossart & Ozman, 2009), Colômbia (Buchelli *et al.*, 2012) e Finlândia (Puuska *et al.*, 2014).

Metodologicamente, as análises dos padrões geográficos da colaboração científica normalmente

³ Como exemplo, o grau de internacionalização da produção da China manteve-se praticamente constante (25%), bastante distante daquele observado nos países tradicionais na produção acadêmica. Outros países de crescimento científico acelerado, como Coreia do Sul e Turquia também apresentaram comportamento semelhante (Royal Society, 2011; National Science Board, 2012).

fazem uso do ferramental da área de geografia econômica, primordialmente o ramo chamado de geografia econômica evolucionária. Essa pode ser entendida como produto da síntese entre a economia evolucionária e a geografia econômica, pois, enquanto essa última vertente destaca o processo de mobilidade dos fatores ou enaltece a unicidade das instituições em territórios específicos, a geografia econômica evolucionária propõe a interpretação da economia como um processo evolutivo que se desdobra no espaço e no tempo. Portanto, ao entender o processo contínuo de geração e difusão do conhecimento como fator que impulsiona a evolução do sistema econômico, torna-se fundamental a exploração das redes de geração e difusão do conhecimento no espaço geográfico por meio do emprego do ferramental da análise de redes sociais, mecanismo fundamental, pois elas atuam como principais veículos para a transmissão e difusão do conhecimento (Boschma & Frenken, 2007).

A literatura cientométrica identifica que a colaboração científica é motivada por fatores como a busca pela excelência da pesquisa, a transferência do conhecimento e de habilidades por meio do compartilhamento do trabalho com colegas de destaque, as reduções do tempo dispensado e da possibilidade de erros, a obtenção ou ampliação de financiamentos para as atividades de pesquisa, entre outros (Royal Society, 2011). Contudo, é importante mencionar que os estudos sobre redes de colaborações acadêmicas usualmente fazem uso da identificação e contabilização de coautorias entre os pesquisadores. Ainda que a coautoria seja o principal indicador da interação de pesquisadores em pesquisas, ela reflete somente uma simplificação do processo complexo de colaboração científica, uma vez que a interação não resulta necessariamente em publicações em coautoria (Katz & Martin, 1997). Isso acontece, principalmente, nos casos em que os esforços dão-se por meio do compartilhamento de atividades de edição de publicações, da organização conjunta de conferências científicas e da supervisão e desenvolvimento conjunto de projetos de pesquisa (Mali *et al.*, 2012).

Procedimentos metodológicos

Os dados utilizados foram extraídos a partir das informações sobre publicações científicas existentes no sistema de *Currícula Vitae* (CV), parte integrante da Plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - sistema padrão nacional no registro das atividades acadêmicas e profissionais da comunidade científica implantado e mantido pelo governo brasileiro para o gerenciamento de informações relacionadas aos pesquisadores, instituições e atividades de pesquisa no país com qualidade reconhecida internacionalmente.

Contudo, a inexistência de uma base de dados consolidada com as informações dos CV é o maior empecilho para análises de conjuntos de informações, uma vez que somente os dados individualizados dos CV estão publicamente disponíveis para consulta. Assim, a impossibilidade de acesso sistemático à completude da base de dados requereu a automatização do processo de extração individual das informações, o que foi realizado com o auxílio do *ScriptLattes*⁴, responsável pelo processamento das informações de 1 131 912 CV e análise de um conjunto de 6 638 063 produções acadêmicas distintas publicadas entre 1992 e 2009. Os tipos de produção bibliográfica neste trabalho foram os seguintes: artigos completos publicados em periódicos; trabalhos completos publicados em anais de congressos; livros publicados, organizados ou edições; e capítulos de livros publicados. Algumas etapas importantes do procedimento de coleta de informações são descritas a seguir. É importante destacar que esse conjunto de dados também foi considerado no estudo de coautoria individual (não regional) de pesquisadores registrados na Plataforma Lattes (Mena-Chalco *et al.*, 2014).

Localização geográfica

A regionalização das informações deu-se por meio da associação entre publicações e colaborações e a localização geográfica dos pesquisadores, informação obtida a partir de seus endereços profissionais registrados nos CV. No entanto, a autonomia dada ao usuário no

⁴ O *ScriptLattes* é um *Software* livre capaz de extrair informações de *Currícula Vitae* selecionados e de gerar relatórios de resultados e insumos computacionais para análises de redes sociais (Mena-Chalco & Cesar Junior, 2009).

preenchimento do campo “Endereço Profissional” gerou dificuldades; revelou-se significativa a quantidade de problemas provenientes de erros de digitação, utilização de abreviaturas regionais e alocação errônea de municípios aos seus respectivos estados, o que exigiu um processo de padronização dos nomes e identificação correta dos estados correspondentes. Isso resultou no estabelecimento de uma ligação unilateral precisa entre os CV e 4 615 municípios brasileiros⁵.

Áreas do conhecimento

É permitida aos pesquisadores, em seus CV, a escolha entre as diferentes Grandes Áreas do conhecimento (classificação realizada pela Capes) que abarcam o conteúdo de suas atividades científicas. A extração desses dados possibilitou a discriminação, tanto dos pesquisadores quanto das publicações e colaborações, entre as seguintes áreas do conhecimento: Ciências Agrárias (AGR), Ciências Biológicas (BIO), Engenharias (ENG), Ciências Exatas e da Terra (EXT), Ciências Humanas (HUM), Linguística, Letras e Artes (LLA), Ciências da Saúde (SAU) e Ciências Sociais Aplicadas (SOC).

Contabilização da produção científica

O mecanismo de distribuição dos totais entre as unidades espaciais é fator crucial em análises regionais. No caso da alocação do produto da atividade científica, tal tarefa não é trivial, principalmente devido à existência de coautorias entre pesquisadores de regiões distintas, já que não é possível associar a publicação a uma única região. Neste estudo, optou-se por mensurar a participação absoluta dos pesquisadores em publicações, ao invés de averiguar o total de publicações efetivas. Como exemplo, para uma publicação em coautoria entre dois pesquisadores de duas regiões distintas, foi contabilizada uma unidade de participação para cada região envolvida, de maneira que o total apurado (duas participações) superestima o total das publicações (uma). Portanto, os valores das produções regionais não correspondem ao total de publicações efetivas, mas sim ao total de partici-

pações absolutas por parte de pesquisadores associados a cada região. O método de contabilização fracionada (em que a contabilização dá-se pela contribuição relativa de cada autor em determinada pesquisa) mantém o total de publicações efetivas, porém é discutível o grau de contribuição de cada autor para o produto final (usualmente a ordenação dos nomes segue a contribuição relativa) (Osborne & Holland, 2009). Além disso, os esforços regionais nas publicações colaborativas são subestimados por esse método (Michels *et al.*, 2013; Grossetti *et al.*, 2014)⁶.

Contabilização da colaboração científica

Para a identificação das coautorias, foi desenvolvida uma versão modificada do *ScriptLattes*. Essa nova versão permitiu estabelecer ligações de coautoria entre pesquisadores, caso exista uma produção comum entre eles divulgada em seus CV. Basicamente, o procedimento consiste na comparação direta entre os títulos completos das produções acadêmicas registradas nos CV dos participantes (identificação dos autores, título da publicação, periódico, local e ano) em busca de similaridades.

A partir da identificação das coautorias, as ligações entre os pesquisadores foram contabilizadas por meio do método de contagem completa (*full-counting*), segundo o qual cada unidade de análise (autores ou regiões) recebe uma unidade de crédito pela participação na publicação científica. Assim, foram elaboradas matrizes inter-regionais de coautorias onde cada célula (i, j) possui a informação sobre a quantidade de interações entre indivíduos das regiões i e j . Como exemplo, para uma publicação científica fruto da colaboração entre os pesquisadores I, II e III, localizados nas regiões A, A e B, respectivamente, são contabilizados os valores 1 para o par de regiões (A, A) e 2 para o par (A, B). Por simetria, o par (B, A) também recebe valor 2.

Períodos considerados na quantificação de produção científica regional

A associação entre pesquisador, município e área do conhecimento permitiu a quantificação da produção

⁵ Cerca de 49,0% do total de CV analisados não possuíam informações sobre a localização geográfica. Embora seja um montante elevado em termos absolutos, a perda de informação chegou a 10,6% em termos de produção total e a 13,5% do total de colaborações contabilizadas, o que evidencia a menor importância relativa desses indivíduos em atividades científicas.

⁶ No trabalho de Gauffriaut *et al.* (2008) faz-se uma comparação detalhada entre os métodos de contagem.

científica regional e a elaboração de matrizes de coautorias inter-regionais diferenciadas por área do conhecimento. Ademais, a utilização da informação a respeito do ano de publicação (contida no título completo das publicações) permitiu a periodização anual dos dados entre 1992 e 2009; todavia, optou-se por agrupá-los trienalmente (1992-1994, 1995-1997, 1998-2000, 2001-2003, 2004-2006 e 2007-2009) de acordo com a seleção feita pela avaliação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Acredita-se que tal periodização pode ser encarada como uma janela ideal para análises cientométricas no Brasil, uma vez que há estímulo para que os pesquisadores tentem concretizar seus esforços de pesquisa realizados em determinado triênio, transformando-os em publicações até o fim do período, a fim de que o trabalho não seja contemplado somente em uma avaliação futura. Por fim, as informações municipais foram agrupadas entre as Unidades Federativas (UF) e Macrorregiões brasileiras de maneira a facilitar a análise das características estruturais da distribuição regional da produção e colaboração científica no país.

Abrangência e cobertura dos dados utilizados

Algumas características dos dados utilizados merecem destaque. Primeiramente, ressalta-se a abrangência da amostra utilizada, tanto em relação ao número de pesquisadores quanto ao amplo período de coleta de dados. Em segundo lugar, aponta-se a qualidade da fonte de dados para a análise da ciência brasileira, isso porque a grande maioria dos estudos cientométricos faz uso de bases de dados internacionais, o que produz algumas limitações. Entre elas figuram o viés de cobertura aos periódicos de língua inglesa e o pequeno alcance da produção das áreas de Ciências Sociais e Humanidades, devido à dificuldade de tradução exata de termos e expressões da língua local (Hoekman *et al.*, 2010). Em terceiro lugar, destaca-se a extensa cobertura da publicação científica brasileira com a contabilização das coautorias, tanto de artigos publicados em periódicos de circulação nacional como da produção bibliográfica sob a forma de livros e capítulos de livros, de modo a permitir uma melhor avaliação da produção acadêmica das áreas de Ciências Sociais e Humanidades.

É importante ressaltar que, entre as limitações do procedimento utilizado, a principal consiste na restrição à contabilização apenas das coautorias domésticas, ou seja, não é possível a identificação e contabilização das colaborações internacionais. Assim, uma publicação produzida em parceria com pesquisadores estrangeiros só é computada caso haja, simultaneamente, outros pesquisadores brasileiros envolvidos (colaboração doméstica). Outra limitação refere-se ao pressuposto de que a informação referente à localização geográfica dos envolvidos seja a verdadeira localização do pesquisador durante todos os anos analisados, ou seja, não é considerada a possível migração de pessoas ao longo do território nacional. No entanto, acredita-se que a não ocorrência de algum padrão sistemático de migração desses indivíduos ao longo do período, bem como a abrangência das informações analisadas, reduzem os problemas decorrentes dessa possibilidade.

Resultados

A ciência nas regiões brasileiras foi analisada a partir de duas perspectivas: (i) produção e especialização científica e (ii) colaboração científica. Ambas serão exploradas e detalhadas a seguir.

Produção e especialização científica regional no Brasil

A tendência de crescimento da produção científica brasileira é comumente associada ao investimento do setor público, tanto na qualificação de capital humano como na melhoria da infraestrutura de universidades e institutos de pesquisa (Helene & Ribeiro, 2011). A utilização dos dados geograficamente localizados provenientes da Plataforma Lattes permite uma nova perspectiva de análise da evolução da produção científica brasileira.

Na Tabela 1, são apresentadas a evolução trienal do total de publicações científicas e as respectivas taxas de crescimento entre os triênios analisados. Observa-se o crescimento acelerado da produção científica regional ao longo do tempo, de 308 070 publicações no primeiro triênio (1992-1994) para 1 894 126 no último período analisado (2007-2009), o que corresponde a uma taxa

Tabela 1. Evolução trienal da produção científica regional e de sua taxa de crescimento no Brasil.

Áreas do conhecimento	1992-1994	1995-1997	1998-2000	2001-2003		2004-2006	2007-2009
					%		
Todas as áreas	308 070	539 938	865 932	1 296 223	1 733 774	1 894 126	
		75,3	60,4	49,7	33,8	9,2	
Engenharias	77 775	156 895	269 309	435 825	609 334	637 676	
		101,7	71,6	61,8	39,8	4,7	
Ciências Humanas	70 998	146 105	272 347	469 598	697 678	822 472	
		105,8	86,4	72,4	48,6	17,9	
Ciências Sociais Aplicadas	39 281	78 975	147 245	259 900	414 028	490 288	
		101,1	86,4	76,5	59,3	18,4	
Linguística, Letras e Artes	17 086	32 698	58 256	100 955	151 143	188 424	
		91,4	78,2	73,3	49,7	24,7	
Ciências Agrárias	111 171	225 440	439 867	794 615	1 164 854	1 360 628	
		102,8	95,1	80,6	46,6	16,8	
Ciências Exatas e da Terra	129 573	248 213	418 104	677 132	939 515	994 678	
		91,6	68,4	62,0	38,7	5,9	
Ciências da Saúde	177 262	328 313	586 159	985 395	1 432 085	1 595 719	
		85,2	78,5	68,1	45,3	11,4	
Ciências Biológicas	156 830	301 590	525 204	873 442	1 242 866	1 412 507	
		92,3	74,1	66,3	42,3	13,6	

Fonte: Elaborada pelos autores (2014).

Nota: Os totais apresentados em "todas as áreas" referem-se às publicações únicas analisadas. Já a somatória dos totais das áreas é maior devido às coautorias e atribuição de pesquisadores a mais de uma área.

de crescimento de cerca de 515%. É necessário ressaltar que esses valores correspondem às publicações efetivamente contabilizadas e analisadas e, assim, são diferentes do somatório do total da produção acadêmica em cada área de conhecimento particular. Esse último somatório foi contabilizado em termos de participações absolutas em publicações científicas por parte dos pesquisadores localizados geograficamente, de maneira a considerar a ocorrência de coautorias e a possibilidade de atribuir autores a mais de uma área.

No tocante à evolução da produção científica brasileira, verifica-se um processo de desaceleração. Também é possível avaliar a evolução da produção científica e de seu crescimento nas diferentes áreas do conhecimento. Inicialmente, observa-se que o padrão de crescimento das áreas são semelhantes nos triênios iniciais, quando praticamente todas apresentaram produção em taxas duplicadas entre 1992-1994 e 1995-1997. No entanto, observa-se que o crescimento desacelerado ao longo do período é comum a todas as áreas, porém em intensidades distintas. Como exemplo, verifica-se que a desaceleração no ritmo de crescimento da produção científica ocorreu de maneira mais forte nos

últimos triênios, primordialmente nas áreas de Engenharias (ENG), Ciências Exatas e da Terra (EXT), Ciências da Saúde (SAU) e Ciências Biológicas (BIO).

A análise regional da evolução da produção acadêmica evidencia características importantes do sistema científico brasileiro. A Tabela 2 (a, b) apresenta a distribuição espacial dessa produção entre as regiões do país ao longo do tempo. Enquanto a Tabela 2 (a) exibe a evolução trienal da produção científica de todas as áreas do conhecimento, a Tabela 2 (b) traz a distribuição regional por área nos dois triênios extremos da análise (1992-1994 e 2007-2009).

Primeiramente, manifesta-se a acentuada heterogeneidade espacial da produção científica, com enorme concentração nas regiões Sudeste (SE) e Sul (S). Ambas responderam por mais de três quartos do total no período entre 2007 e 2009, seguidos pela região Nordeste (NE), com cerca de 15%, e pelas regiões Centro-Oeste (CO) e Norte (N), as quais, conjuntamente, não atingiram 10% do total nacional. Como aponta a literatura especializada, a desigualdade regional na produção científica está estreitamente associada às acentuadas disparidades na distribuição dos recursos científicos e tecnológicos

(Albuquerque *et al.*, 2005; Diniz & Gonçalves, 2005; Chiarini *et al.*, 2014). Nesse ponto, as regiões Sudeste e Sul são favorecidas pela concentração de universidades e institutos de pesquisa historicamente consolidados (Suzigan & Albuquerque, 2011) e pela maior disponibilidade de recursos humanos (Albuquerque *et al.*, 2002) e financeiros devido a políticas implementadas por importantes agências de fomento, como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), o CNPq, a Capes e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2011).

Em segundo lugar, a análise da evolução da distribuição regional revela que a estrutura de heterogeneidade espacial observada em todos os triênios já foi mais intensa no passado. Comparando os dois períodos extremos, observa-se que a região Sudeste perdeu cerca de 14% de participação, parcela distribuída entre as outras regiões, com destaque para o Sul e o Nordeste, que aumentaram suas participações em cerca de 6%. Logo, embora ainda seja permeada por forte concentração, existem evidências de um processo de desconcentração regional da produção científica no país ao longo do tempo, pautado pela redução gradual da hegemonia da região Sudeste, principalmente em benefício às regiões Sul e Nordeste, as quais tiveram crescimento bastante superior à média nacional em todos os triênios analisados, proporcionando o aumento de suas participações mesmo nos períodos de maior aceleração da produção científica brasileira. Já as regiões Centro-Oeste e Norte tiveram trajetórias de crescimento inconstantes, com aceleração nos primeiros triênios seguida de forte desaceleração (e até mesmo decréscimo nos triênios recentes).

Além da concentração macrorregional, observa-se que a produção científica brasileira é espacialmente concentrada em algumas poucas Unidades Federativas. Nota-se, na Tabela 2 (a) que os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul são os maiores produtores (representando 64,2% do total nacional em 2007-2009), configurando o núcleo de produção da ciência brasileira (Chiarini *et al.*, 2014). Todavia, verifica-se que sua participação conjunta reduziu-se com o passar do tempo, já que foi maior do que 76,0% em 1992-1994.

O Estado de São Paulo (SP) figura como principal destaque, com cerca de 31% do total nacional no triênio 2007-2009, o que corresponde a quase 891 779 participações em trabalhos contabilizadas nesse período. Contudo, embora seja responsável por cerca de um terço da produção científica brasileira, sua participação é decrescente, já que o estado era responsável por praticamente a metade do total nacional em 1992-1994. Já os estados de Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ) e Rio Grande do Sul (RS) produziram, individualmente, pouco mais de 10% do total nacional em 2007-2009. No tocante à evolução dos indicadores, destaca-se a queda da participação do Estado do Rio de Janeiro, o qual era o segundo maior produtor científico até 2004-2006, e o crescimento gradual das participações de Minas Gerais e Rio Grande do Sul. Na quinta posição entre os estados de maior destaque nos anos recentes, o Estado do Paraná (PR) apresentou crescimento acelerado ao longo do tempo.

Observa-se na Tabela 2 (b) a evolução da distribuição regional da produção científica em cada área do conhecimento para os triênios extremos da análise (1992-1994 e 2007-2009). É possível verificar que a concentração espacial é fenômeno comum a todas as áreas, embora ocorra em graus distintos, sendo maior em Ciências da Saúde (SAU) e Ciências Biológicas (BIO). Nessas áreas, é evidente o predomínio da região Sudeste, na qual o Estado de São Paulo consolida-se como líder hegemônico, atingindo 44,1% (SAU) e 32,9% (BIO) da produção nacional em 2007-2009. Já nas Ciências Agrárias (AGR) e Linguística, Letras e Artes (LLA) a concentração regional ocorre de maneira menos acentuada. Ainda que existam disparidades entre os padrões de distribuição regional da produção científica de cada área particular, é importante verificar que a tendência de desconcentração espacial é comum a todas elas.

A evidência de que o crescimento da produção acadêmica no Brasil deu-se de maneira espacialmente desconcentrada, nos anos recentes, esta é semelhante às tendências observadas na análise da evolução dos sistemas de produção científica em outros países, tais como China, Rússia, França, Espanha e Reino Unido (Zhou *et al.*, 2009; Grossetti *et al.*, 2014). A heterogeneidade espacial no caso brasileiro evidencia a necessidade de desconcentração espacial das atividades de pesquisa

Tabela 2. Evolução da distribuição regional da produção científica no Brasil (a) todas as áreas; (b) por área do conhecimento.

		(a) Todas as áreas					
UF/Triênios	%						
	1992-1994	1995-1997	1998-2000	2001-2003	2004-2006	2007-2009	
Sudeste	68,0	65,1	61,8	57,7	56,1	54,3	
SP	44,5	41,1	37,3	34,0	33,3	31,8	
RJ	13,8	13,5	13,0	12,0	11,3	10,5	
MG	9,2	9,9	10,8	10,8	10,5	11,0	
Sul	16,4	18,0	19,2	21,0	21,5	22,1	
RS	9,0	9,4	9,6	10,5	10,6	10,9	
PR	4,3	5,0	5,9	6,8	7,0	7,1	
SC	3,1	3,6	3,8	3,7	3,8	4,0	
Nordeste	9,2	10,1	11,5	12,9	13,8	14,9	
Centro-Oeste	4,3	4,7	5,1	5,9	6,1	5,9	
Norte	2,1	2,0	2,3	2,5	2,5	2,8	
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

		(b) Área do conhecimento							
UF/Triênios	%								
	ENG	HUM	SOC	LLA	AGR	EXT	SAU	BIO	
1992-1994	Sudeste	70,8	60,3	60,4	62,4	56,8	68,7	76,0	69,0
	SP	41,0	34,0	36,0	36,3	33,0	44,0	59,1	41,6
	RJ	19,6	17,2	16,3	16,4	5,6	17,6	9,7	16,6
	MG	9,5	8,3	7,5	8,8	17,8	6,7	6,8	10,0
	Sul	17,1	19,9	18,9	20,2	22,0	14,8	13,8	14,1
	RS	7,0	12,0	10,4	11,5	10,6	7,8	9,2	7,1
	PR	3,8	4,4	4,8	4,8	8,1	3,9	2,8	4,9
	SC	6,4	3,4	3,8	3,9	3,3	3,0	1,8	2,1
	Nordeste	8,7	11,0	11,5	10,7	10,0	11,4	7,1	7,9
	Centro-Oeste	2,3	6,9	7,3	5,1	7,3	3,4	2,3	5,1
Norte	1,1	2,0	1,9	1,6	3,9	1,7	0,9	3,9	
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
2007-2009	Sudeste	56,4	45,9	48,0	45,9	46,6	55,8	63,2	57,6
	SP	31,5	23,1	25,3	23,2	22,5	31,9	44,1	32,9
	RJ	13,7	11,8	10,2	11,6	4,9	13,5	9,8	12,3
	MG	10,1	9,9	11,4	10,1	17,4	9,4	8,6	11,6
	Sul	22,2	25,6	27,2	25,4	24,0	20,5	19,3	20,1
	RS	8,8	13,0	12,0	11,4	12,3	10,2	10,5	10,7
	PR	7,0	8,1	8,5	8,5	8,9	6,6	5,5	6,5
	SC	6,4	4,5	6,7	5,5	2,7	3,8	3,3	2,8
	Nordeste	15,8	16,8	15,0	18,3	17,3	15,8	12,1	12,5
	Centro-Oeste	3,6	8,1	7,2	7,5	8,4	5,0	3,9	6,0
Norte	1,9	3,5	2,6	2,9	3,8	2,9	1,4	3,8	
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Fonte: Elaborada pelos autores (2014).

Nota: AGR: Ciências Agrárias; BIO: Ciências Biológicas; ENG: Engenharias; EXT: Ciências Exatas e da Terra; HUM: Ciências Humanas; LLA: Linguística, Letras e Artes; MG: Minas Gerais; PR: Paraná; RJ: Rio de Janeiro; RS: Rio Grande do Sul; SAU: Ciências da Saúde; SC: Santa Catarina; SP: São Paulo; SOC: Ciências Sociais Aplicadas; UF: Unidades Federativas.

científica no país, uma vez que isso pode potencializar o desenvolvimento regional de áreas menos favorecidas.

A especialização produtiva entre os diferentes campos do conhecimento é tema de crescente interesse na literatura cientométrica, uma vez que a importância relativa de cada um deles apresenta acentuadas dissimilaridades entre as nações. Embora a comparação entre suas especializações seja difícil e imperfeita, evidenciam-se alguns padrões ao redor do mundo. Dentre os países tradicionais, observam-se padrões de especialização mais evidentes. A França possui especialização em matemática, e tem destaque nas ciências da terra e do espaço, semelhantemente à Alemanha. No Japão desenvolvem-se, primordialmente, áreas ligadas à tecnologia, como física, química e engenharia. Já os Estados Unidos e a Inglaterra são os maiores especialistas mundiais em Biomedicina e em Ciências da Terra e do Espaço.

Contudo, contrariamente aos padrões verificados nesses locais (citados acima), os países emergentes apresentam maior diversidade. A Rússia possui especialização em Engenharia, Física, Matemática e Ciências da Terra e do Espaço; a Coreia do Sul busca desenvolver áreas como a Medicina e a Biologia; a China tem crescimento acelerado solidificado nas ciências tradicionais, como Física, Matemática e Engenharia, embora seja evidente uma reorientação recente para as Ciências da Vida e da Saúde, principalmente a Química; na Índia, destacam-se a Engenharia, a Biologia e a Química (Royal Society, 2011; National Science Board, 2012). De modo abrangente, os padrões de especialização científica parecem estar associados a diversos fatores, tais como a necessidade de solução de problemas locais (Medicina Tropical), a presença de oportunidades geográficas (Ciências da Terra e do Espaço e Biologia), existência de afinidades históricas e culturais (Matemática e Física) e concentração da atividade industrial (Química) (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, 2010).

Diferentemente do padrão de especialização científica dos países emergentes, o Brasil possui reconhecimento internacional primordialmente em disciplinas relacionadas às ciências da vida e recursos naturais. Par-

ticulamente, destacam-se artigos relacionados às áreas de Medicina, Física, Biologia, Química e Agricultura (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, 2010). Com intuito de contribuir para essa importante discussão, a Tabela 3 apresenta a evolução da especialização científica tanto do Brasil como de suas regiões nos triênios extremos do período analisado (1992-1994 e 2007-2009). Observa-se a nítida concentração nas áreas de Ciências Agrárias (AGR), Ciências Biológicas (BIO) e Ciências da Saúde (SAU), o que está estreitamente associado à trajetória histórica da pesquisa científica no País, com destaque internacional e tradição consolidada nessas áreas do conhecimento. Quanto à evolução da especialização acadêmica do Brasil, a maior tendência evidente é o direcionamento acentuado do perfil de especialização em direção às Ciências Agrárias (que teve sua participação no total aumentada de 14,3% para 18,1% entre os dois triênios), em prejuízo, principalmente, da área de Ciências Exatas e da Terra (EXT), a qual viu sua participação ser reduzida de 16,6% para 13,3% no período. Ainda é possível observar o incremento das participações das Ciências Humanas (HUM), Ciências Sociais Aplicadas (SOC) e Linguística, Letras e Artes (LLA), e a redução daquelas das Engenharias (ENG), Ciências Biológicas (BIO) e Ciências da Saúde (SAU).

A Tabela 3 também apresenta a distribuição da produção científica entre as áreas do conhecimento para as regiões brasileiras. No caso do triênio 2007-2009, verifica-se que a especialização científica da região Sudeste é bastante similar à nacional, fato esperado dada sua importância na produção total, com concentração principalmente nas áreas de SAU, BIO, EXT, AGR e ENG. A da região Sul, segunda maior produtora, distribui-se, primordialmente, nas áreas de SAU, AGR, BIO, EXT e ENG. Já o Nordeste destaca-se em AGR, SAU, EXT, BIO e HUM, possuindo um perfil de especialização diferente. O Centro-Oeste, por sua vez, tem sua produção concentrada em AGR, BIO, HUM e SAU. Por fim, destaca-se, no perfil de especialização científica da região Norte, as áreas de BIO, AGR, EXT e HUM.

Além da perspectiva regional, ainda é possível analisar o padrão de especialização científica dos maiores estados produtores. De maneira geral, observa-se que o Estado de São Paulo possui especialização em SAU, BIO, EXT e ENG, o Rio de Janeiro em EXT, SAU, BIO e ENG, Minas

Gerais em AGR, SAU, BIO e ENG, e o Rio Grande do Sul em SAU, AGR e BIO. Esses padrões são similares àqueles destacados por Albuquerque *et al.* (2002). No tocante à dinâmica da especialização produtiva desses estados, é possível identificar algumas tendências de mudanças em seus padrões. Em São Paulo, a mudança parece ter ocorrido de ENG para BIO; no Rio de Janeiro, de EXT e ENG para SAU e BIO; em Minas Gerais, de AGR e ENG para SOC e HUM; e no Rio Grande do Sul, de AGR e SAU para BIO e HUM. Isso reflete uma tendência, já verificada anteriormente, de especialização rumo a BIO e SAU nesses locais (Chiarini *et al.*, 2014).

Colaboração científica regional no Brasil

A Figura 1 (a, b) apresenta a evolução tanto do total de colaborações científicas no Brasil quanto de sua distribuição regional. Mais especificamente, observa-se na Figura 1 (a) que o total de colaborações científicas domésticas, ou seja, entre pesquisadores brasileiros, cresceu de maneira bastante acelerada ao longo do

período analisado, saltando de cerca de 500 mil no triênio 1992-1994 para cerca de 13 milhões em 2007-2009. Isso evidencia o papel fundamental desempenhado pela colaboração doméstica na evolução recente da produção científica brasileira. Semelhantemente ao padrão verificado na evolução da produção acadêmica, nota-se uma intensa desaceleração do aumento no total de colaborações, uma vez que a taxa de crescimento de 146% observada entre os períodos de 1995-1997 e 1998-2000 reduziu-se para cerca de 40% entre os últimos triênios, percentual que ainda permanece em patamar elevado.

Já a Figura 1 (b) apresenta, para cada região brasileira, a evolução da participação intrarregional e inter-regional no total de suas colaborações científicas. Essa perspectiva permite resultados interessantes para a análise da evolução no país sob o ponto de vista regional, visto que o aumento sistemático da interação entre os pesquisadores brasileiros, ocorreu de maneira assaz heterogênea entre as regiões, como analisado a seguir.

A região Norte presenciou uma elevação expressiva de sua participação no total de colaborações ao

Tabela 3. Evolução da especialização científica regional no Brasil.

Áreas/UF	%												
	Brasil	SE	SP	RJ	MG	S	RS	PR	SC	NE	CO	N	
1992-1994	ENG	10,0	13,5	12,2	17,7	13,3	13,4	10,1	10,9	25,9	12,1	6,7	6,6
	HUM	9,1	8,7	7,6	11,8	8,8	11,8	13,2	9,7	10,6	11,6	15,4	9,4
	SOC	5,0	5,7	5,3	7,2	5,2	7,4	7,4	6,9	7,6	7,9	10,6	5,7
	LLA	2,2	2,5	2,3	3,1	2,6	3,3	3,5	2,9	3,3	3,1	3,2	2,0
	AGR	14,3	10,2	9,2	4,7	23,5	16,1	14,4	22,4	12,5	13,1	20,2	22,6
	EXT	16,6	17,7	17,6	21,6	12,5	15,6	15,3	15,4	16,7	21,4	13,5	13,7
	SAU	22,7	25,0	30,2	15,0	16,3	18,6	23,1	13,9	12,7	16,9	11,5	9,6
	BIO	20,1	16,6	15,6	18,9	17,8	13,9	13,0	17,9	10,7	13,8	19,0	30,3
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2007-2009	ENG	8,5	12,3	11,9	14,9	10,8	11,8	9,4	11,5	18,7	12,5	7,3	8,0
	HUM	11,0	9,9	8,7	12,7	10,4	13,5	13,8	13,3	12,8	13,2	16,1	14,6
	SOC	6,5	7,7	7,0	8,2	8,9	10,7	9,4	10,4	14,3	8,8	10,6	8,0
	LLA	2,5	2,2	1,9	2,7	2,3	3,0	2,7	3,0	3,5	3,2	3,3	2,7
	AGR	18,1	12,4	10,4	6,6	22,8	15,5	16,2	18,1	9,7	16,7	20,4	19,4
	EXT	13,3	15,4	15,2	18,7	12,7	13,8	13,8	13,5	13,9	15,9	12,6	15,2
	SAU	21,3	22,9	27,7	17,8	15,2	17,0	18,9	15,2	16,0	16,0	13,1	10,1
	BIO	18,8	17,3	17,2	18,4	16,9	14,7	15,9	14,9	11,1	13,6	16,6	22,0
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Elaborada pelos autores (2014).

Nota: AGR: Ciências Agrárias; BIO: Ciências Biológicas; CO: Centro-Oeste; ENG: Engenharias; EXT: Ciências Exatas e da Terra; HUM: Ciências Humanas; LLA: Linguística, Letras e Artes; MG: Minas Gerais; N: Norte; NE: Nordeste; PR: Paraná; RJ: Rio de Janeiro; RS: Rio Grande do Sul; S: Sul; SAU: Ciências da Saúde; SC: Santa Catarina; SE: Sudeste; SP: São Paulo; SOC: Ciências Sociais Aplicadas; UF: Unidades Federativas.

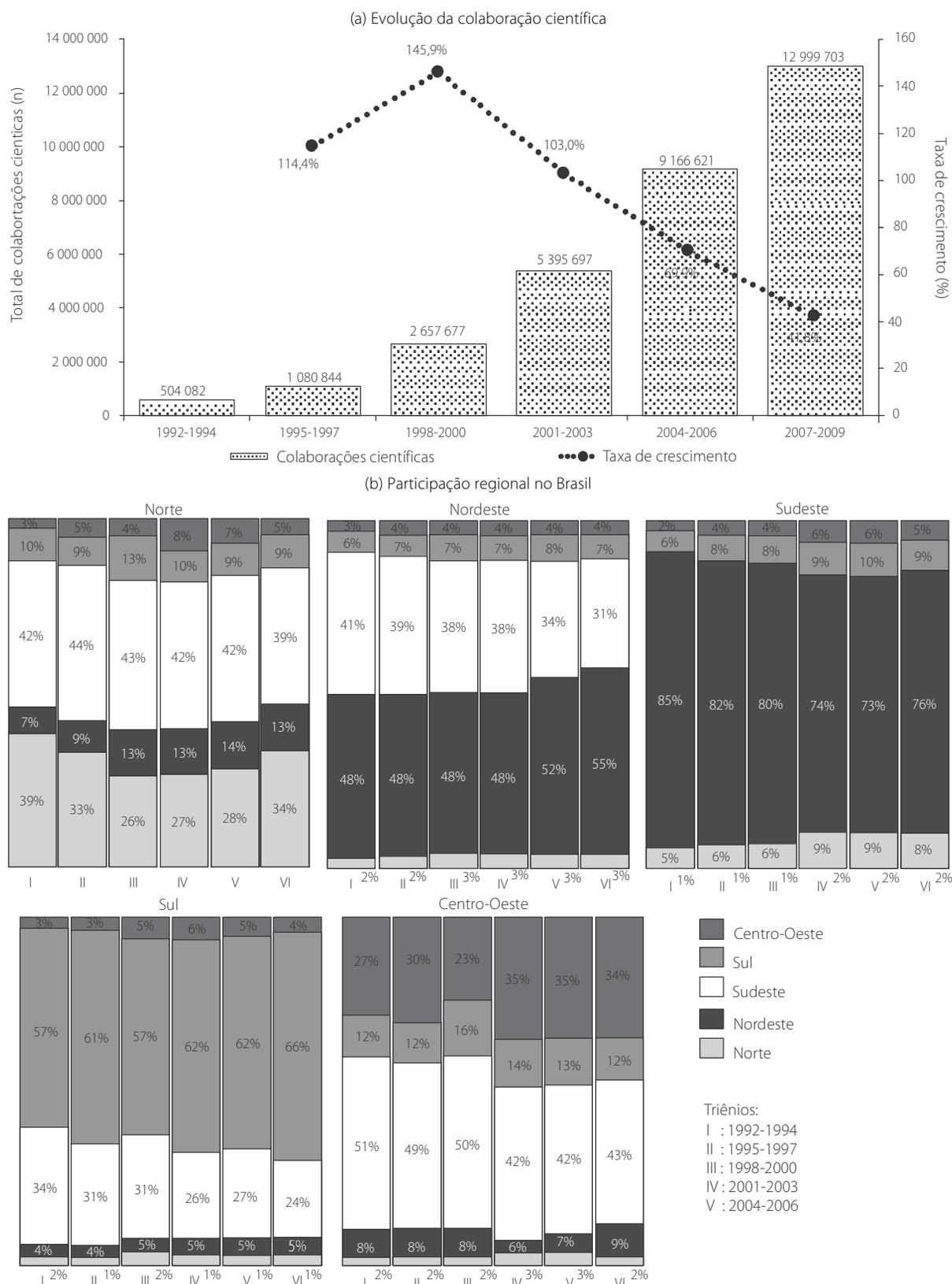


Figura 1. Evolução da colaboração científica (a) e da sua participação regional no Brasil (b).

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

longo do período, embora ainda seja responsável por parcela bastante pequena. Com respeito à distribuição regional da colaboração dos pesquisadores localizados na região Norte, observa-se, na Figura 1 (b), que a maior parte delas ocorre com pesquisadores do Sudeste e com os da própria região Norte. Já o Nordeste é a terceira região que mais colabora com o Norte, totalizando cerca de 13% do total em 2007-2009, sendo a parcela que apresentou maior crescimento desde 1992-1994.

A região Nordeste também apresentou aumento significativo do percentual de colaborações ao longo do período, fundamentado principalmente no incremento persistente das ligações intrarregionais, as quais responderam por mais da metade das colaborações dessa região em 2007-2009. Dentre os principais parceiros dos pesquisadores localizados no Nordeste, destacam-se aqueles do Sudeste e Sul, embora o primeiro tenha tido sua participação reduzida. Ainda que seja observada uma pequena elevação das ligações com as regiões Centro-Oeste e Norte, as participações dessas regiões ainda são bastante pequenas.

Os pesquisadores localizados no Sudeste participam de grande parte das colaborações científicas que ocorrem no país, embora sua importância relativa tenha decrescido com o passar do tempo. Observa-se na Figura 1 (b) que as parcerias intrarregionais foram responsáveis por cerca de três quartos do total da região Sudeste em 2007-2009. Quanto aos parceiros regionais, verifica-se que os principais são o Sul, Nordeste, Centro-Oeste e

Norte, os quais foram responsáveis por cerca de 9%, 8%, 5% e 2% do total, respectivamente. Sob a perspectiva temporal, nota-se o crescimento de todas as colaborações inter-regionais da região Sudeste, em prejuízo às parcerias intrarregionais, embora essa última ainda seja dominante. Logo, dada a importância relativa da produção científica da região Sudeste para o total nacional, pode-se destacar suas parcerias internas como a principal articulação regional na rede de colaboração acadêmica brasileira.

A região Sul, por sua vez, apresentou crescimento acelerado das colaborações ao longo do período, principalmente devido ao crescimento persistente da ligação intrarregional, a qual atingiu 66% do total em 2007-2009, paralelamente à redução das parcerias com o Sudeste. Já com relação às interações com pesquisadores de outras regiões, nota-se que ela ainda é bastante incipiente, pois a soma das participações desses locais atingiu somente 10% do total em 2007-2009. Por fim, o Centro-Oeste apresentou crescimento de suas colaborações ao longo do período, principalmente baseado no aumento das ligações intrarregionais, embora a região Sudeste se apresente como aquela de maior interação, seguida pelo próprio Centro-Oeste e as regiões Sul, Nordeste e Norte.

Diferentemente da Figura 1 (b), na qual é apresentado o padrão das parcerias de cada região, a Tabela 4 apresenta a distribuição regional das colaborações científicas totais no Brasil em 2007-2009, tanto das

Tabela 4. Colaboração científica regional no Brasil em 2007-2009: todas as áreas de conhecimento (em milhares).

Regiões/UF	Sudeste	SP	RJ	MG	Sul	RS	PR	SC	Nordeste	Centro-Oeste	Norte
Sudeste	6 553	4 314	1 343	1 476	770	285	351	134	704	445	190
SP		3 754	206	322	494	170	241	83	424	240	111
RJ			1 018	101	141	56	60	25	113	69	33
MG				1 015	122	52	46	23	157	127	44
Sul					2 087	1 297	607	417	155	125	46
RS						1 113	59	124	77	59	20
PR							498	49	51	51	17
SC								243	26	15	9
Nordeste									1 226	90	62
Centro-Oeste										358	23
Norte											166

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

Nota: MG: Minas Gerais; PR: Paraná; RJ: Rio de Janeiro; RS: Rio Grande do Sul; SC: Santa Catarina; SP: São Paulo; UF: Unidades Federativas.

macrorregiões como dos principais estados das regiões Sul e Sudeste. Isso permite o entendimento da maneira como a parceria é distribuída internamente nesses locais.

Inicialmente, observa-se que as colaborações científicas entre pesquisadores da região Sudeste somaram mais de 6,5 milhões no período, o que representa pouco mais da metade das quase 13 milhões contabilizadas no Brasil. Somadas as parcerias entre o Sudeste e as outras regiões, verifica-se que mais de 8,5 milhões (cerca de 66,6% do total) envolvem pesquisadores localizados no Nordeste. Já o Sul apresenta mais de 2 milhões de colaborações intrarregionais (cerca de 16% do total nacional) e seus pesquisadores estão envolvidos em mais de 3 milhões das interações no país (cerca de 25% do total nacional). A região Nordeste, por sua vez, contabilizou mais de 1,2 milhões de colaborações intrarregionais (cerca de 9,5% do total) e cerca de 2,2 milhões no total. Por fim, observa-se que os pesquisadores localizados no Norte e Centro-Oeste estiveram envolvidos em cerca de 1,5 milhões de pesquisas compartilhadas (cerca de 11,5% do total nacional).

A análise com foco na região Sudeste revela o predomínio absoluto de ligações intraestaduais em São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, as quais somadas totalizaram mais de 5,7 milhões de colaborações (cerca de 66,8% do total do Sudeste e 44,5% do nacional), além da intensa articulação entre os pesquisadores desses estados. Na região Sul, também se destacam as ligações intraestaduais, principalmente no Rio Grande do Sul, além daquelas entre pesquisadores desse estado e de Santa Catarina.

Já quanto às principais parcerias acadêmicas entre estados de regiões diferentes, as oito principais envolvem pesquisadores de São Paulo com os de Paraná e Rio Grande do Sul. Em seguida, aquelas entre Rio de Janeiro com esses mesmos estados. De maneira geral, nota-se que a concentração regional dos fluxos de conhecimento, já evidenciada em termos de macrorregiões, também ocorre internamente, com destaque ao papel do Estado de São Paulo na rede de colaboração científica nacional. Tal fato, além de estar estreitamente associado à infraestrutura científica instalada no estado e à presença de universidades internacionalmente reconhecidas, também se justifica devido à formação de grupos e redes colaborativas de pesquisa no país, usualmente, envolver

pesquisadores de São Paulo, apoiados por Programas e Projetos de Pesquisa (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2011).

De maneira geral, a distribuição regional das colaborações evidencia os principais resultados da literatura que avalia o efeito das diferentes dimensões de proximidade na interação entre os pesquisadores. Por um lado, é evidente que a distribuição regional das parcerias é condicionada pela distribuição regional de pesquisadores, universidades e institutos de pesquisa, o que explica, em larga medida, o predominante envolvimento das regiões Sul e Sudeste nas colaborações científicas do país, além da liderança hegemônica do Estado de São Paulo.

Por outro lado, a proximidade geográfica aparenta ser um dos principais fatores que contribuem para a ocorrência de interações colaborativas, na medida em que as participações das parcerias intrarregionais são bastante elevadas para todas as regiões. Nesse sentido, a baixa interação dos pesquisadores localizados na região Sul com aqueles localizados nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste é indício do papel impeditivo que a distância geográfica exerce sobre as pesquisas colaborativas, principalmente nos domínios científicos de intensa utilização de instalações físicas para as atividades de pesquisa e naqueles caracterizados por maior dificuldade de codificação do conhecimento, o que exige encontros presenciais frequentes.

Conclusão

A metodologia empregada neste trabalho permitiu a tentativa de identificação dos padrões de configuração espacial da produção e colaboração científica no Brasil em todas as áreas do conhecimento ao longo do período compreendido entre 1992 e 2009. Alguns resultados revelaram-se importantes.

Primeiramente, verificou-se o crescimento acelerado tanto da produção como da colaboração científica em todas as áreas do conhecimento, porém, com indícios de desaceleração. Em segundo lugar, foi visto que a geografia da produção e colaboração científica no país é marcada por intensa heterogeneidade espacial, com concentração sistemática da produção e dos fluxos de conhecimento nas regiões Sudeste e Sul, com destaque

aos Estados que sediam universidades públicas (federais e estaduais) consolidadas no cenário acadêmico nacional, porém com padrões espaciais peculiares a cada domínio científico. Em terceiro lugar, destacou-se a evidência de que o recente crescimento da produção científica brasileira parece ter sido acompanhado por um processo de desconcentração espacial.

Cabe ressaltar que a melhor compreensão da importância da colaboração acadêmica pode auxiliar o processo de formulação de políticas de C&T&I (Ciência, Tecnologia e Inovação) no Brasil, visando, principalmente, à desconcentração regional da atividade e ao incremento de qualidade à produção. Ademais, é importante o entendimento de que a localização geográfica dos fluxos de conhecimento também está estreitamente ligada ao desenvolvimento regional, na medida em que o aumento da capacidade de acesso de empresas que investem em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) às fontes de conhecimento pode ter seu efeito potencializado em termos de atividades inovativas caso essas fontes estejam integradas às redes de produção compartilhada de conhecimento técnico-científico.

Visa-se, assim, como perspectiva futura, o estudo da colaboração das regiões considerando os diferentes tipos de produção (livro ou artigos em congressos) e de pesquisadores de diferentes níveis de especialização (colaboração entre doutores). Acredita-se que esse novo estudo trará insumos importantes para um entendimento mais aprofundado da ciência nas regiões brasileiras.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro concedido para a realização deste trabalho.

Colaboradores

Todos os autores contribuíram na concepção e desenho do estudo, análise de dados e redação final.

Referências

Albuquerque, E. *et al.* A distribuição espacial da produção científica e tecnológica brasileira: uma descrição de estatísticas de produção local de patentes e artigos científicos. *Revista Brasileira de Inovação*, v.1, n.2, p.225-25, 2002.

Albuquerque, E. *et al.* Produção científica e tecnológica das regiões metropolitanas brasileiras. *Revista de Economia Contemporânea*, v.9, n.3, p.615-642, 2005.

Boschma, R.A.; Frenken, K. Introduction: Applications of evolutionary economic geography. In: Frenken, K. (Org.). *Applied evolutionary economics and economic geography*. Cheltenham: Edward Elgar, 2007. p.1-24.

Buchelli, V.D. *et al.* Growth of scientific production in Colombian universities: An intellectual capital-based approach. *Scientometrics*, v.91, n.2, p.369-382, 2012.

Chiarini, T. *et al.* Spatial distribution of scientific activities: An exploratory analysis of Brazil, 2000-10. *Science and Public Policy*, v.41, n.5, p.625-640, 2014.

Chinchilla-Rodríguez, Z. *et al.* New approach to the visualization of international scientific collaboration. *Information Visualization*, v.9, n.4, p.277-287, 2010.

Cruz, C.H.B.; Chaimovich, H. Brazil. In: United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (Org.). *Science report 2010*. Paris: Unesco, 2010. p.103-121.

Diniz, C.C.; Gonçalves, E. Economia do conhecimento e desenvolvimento regional no Brasil. In: Diniz, C.C.; Lemos, M.B. (Ed.). *Economia e território*. Belo Horizonte: UFMG, 2005. p.131-168.

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Análise da produção científica a partir de publicações em periódicos especializados. In: *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo 2010*. São Paulo: Fapesp, 2011. v.1.

Gauffriaux, M. *et al.* Comparisons of results of publication counting using different methods. *Scientometrics*, v.77, n.1, p.147-176, 2008.

Glänzel, W. *et al.* Science in Brazil: A macro-level comparative study. *Scientometrics*, v.67, n.1, pt.1, p.67-86, 2006.

Gossart, C.; Ozman, M. Co-authorship networks in social sciences: The case of Turkey. *Scientometrics*, v.78, n.2, p.67-86, 2009.

Grossetti, M. *et al.* Cities and the geographical deconcentration of scientific activity: A multilevel analysis of publications (1987-2007). *Urban Studies*, v.51, n.10, p.1-16, 2014.

Helene, A.F.; Ribeiro, P.L. Brazilian scientific production, financial support, established investigators and doctoral graduates. *Scientometrics*, v.89, n.1, p.677-686, 2011.

Hoekman, J. *et al.* Research collaboration at a distance: Changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe. *Research Policy*, v.39, n. 1, p.662-673, 2010.

- Katz, J.S.; Martin, B.R. What is research collaboration? *Research Policy*, v.26, n.1, p.1-18, 1997.
- Leta, J.; Chaimovich, H. Recognition and international collaboration: The Brazilian case. *Scientometrics*, v.53, n.3, p.325-335, 2002.
- Leta, J. *et al.* Science in Brazil: Sectoral and institucional research profiles. *Scientometrics*, v.67, n.1, pt.2, p.87-105, 2006.
- Mali, F. *et al.* Dynamic scientific co-suthorship networks. In: Scharnhorst, A. *et al.* (Ed.). *Models of science dynamics*. Berlin: Springer-Verlag, 2012. p.195-232.
- Matthiessen, C.W. *et al.* World cities of scientific knowledge: Systems, networks and potential dynamics: An analysis based on bibliometric indicators. *Urban Studies*, v.47, n.9, p.1879-1897, 2010. Available from: <<http://usj.sagepub.com/content/47/9/1879>>. Cited: Feb. 2, 2014.
- Mena-Chalco, J.P.; Cesar Junior, R.M. ScriptLattes: An open-source knowledge extraction system from the Lattes platform. *Journal of the Brazilian Computer Society*, v.15, p.31-39, 2009.
- Mena-Chalco, J.P. *et al.* Brazilian bibliometric coauthorship networks. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, v.65, n.7, p.1424-1445, 2014.
- Michels, C. *et al.* *Performance and structures of the german science system 2012*. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation, 2013.
- National Science Board. *Science and engineering indicators 2012*. Arlington: NSB, 2012. Available from: <<http://www.nsf.gov/statistics/seind12/>>. Cited: Feb. 23, 2014.
- Olson, G.M. *et al.* *Scientific collaboration on the Internet*. Cambridge: The MIT Press, 2008.
- Osborne, J.W.; Holland, A. What is authorship, and what should it be? A survey of prominent guidelines for determining authorship in scientific publications. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, v.14, n.15, p.1-19, 2009. Available from: <<http://pareonline.net/getvn.asp?v=14&n=15>>. Cited: Feb. 18, 2014.
- Pan, R. *et al.* World citation and collaboration networks: Uncovering the role of geography in science. *Scientific Reports*, v.2, n.902, 2012. Available from: <<http://www.nature.com/srep/2012/121129/srep00902/full/srep00902.html>>. Cited: Nov. 29, 2012. doi: 10.1038/srep00902
- Ponds, R. *et al.* Internationalization and regional embedding of scientific research in the Netherlands. In: Varga, A. (Org.). *Universities, knowledge transfer and regional development: Geography, entrepreneurship and policy*. Cheltenham: Edward Elgar, 2009. p.109-137.
- Puuska, H. *et al.* International and domestic co-publishing and their citation impact in different disciplines. *Scientometrics*, v.98, n.2, p.823-839, 2014.
- Royal Society. *Knowledge, networks and nations: Global scientific collaboration in the 21st century*. London: The Royal Society, 2011. Available from: <<https://royalsociety.org/policy/projects/knowledge-networks-nations/report/>>. Cited: Jan. 14, 2014.
- Scherngell, T.; Hu, Y. Collaborative knowledge production in China: Regional evidence from a gravity model approach. *Regional Studies*, v.45, n.6, p.755-772, 2011.
- Suzigan, W.; Albuquerque, E. The underestimated role of universities for the Brazilian system of innovation. *Brazilian Journal of Political Economy*, v.31, n.1, p.3-30, 2011.
- United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. *Science report 2010*. Paris: Unesco Publishing, 2010.
- Zhou, P. *et al.* Regional analysis on chinese scientific output. *Scientometrics*, v.81, n.3, p.839-857, 2009.

