

**INTERNACIONALIZAÇÃO: MAPEAMENTO DE REDES DE COAUTORIA  
INTERNACIONAL DE BOLSISTAS DO PROGRAMA DE PÓS-DOCTORADO NO  
EXTERIOR DA CAPES NA ÁREA DE SAÚDE**

***INTERNACIONALIZACIÓN: MAPEO DE REDES DE COAUTORÍA  
INTERNACIONALES DE BECARIOS DEL PROGRAMA DE POSTDOCTORADO EN  
EL EXTRANJERO DE LA CAPES EN EL ÁREA DE SALUD***

***INTERNATIONALIZATION: MAPPING OF INTERNATIONAL CO-AUTHORSHIP  
NETWORKS OF SCHOLARSHIP HOLDERS FROM CAPES POST-DOCTORAL  
PROGRAM ABROAD IN THE HEALTH AREA***



Luciana Gasparotto Alves de LIMA<sup>1</sup>  
e-mail: lugasparotto@gmail.com



Renato Barros de CARVALHO<sup>2</sup>  
e-mail: renato.barros.carvalho@gmail.com



Maria do Rocio Fontoura TEIXEIRA<sup>3</sup>  
e-mail: maria.teixeira@ufrgs.br

**Como referenciar este artigo:**

LIMA, L. G. A. de; CARVALHO, R. B. de; TEIXEIRA, M. do R. F. Internacionalização: Mapeamento de redes de coautoria internacional de bolsistas do Programa de Pós-Doutorado no exterior da CAPES na área de saúde. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 19, n. 00, e024005, 2024. e-ISSN: 1982-5587. DOI: <https://doi.org/10.21723/riaee.v19i00.18123>



- | Submetido em: 14/06/2023
- | Revisões requeridas em: 31/07/2023
- | Aprovado em: 22/10/2023
- | Publicado em: 02/01/2024

**Editor:** Prof. Dr. José Luís Bizelli

**Editor Adjunto Executivo:** Prof. Dr. José Anderson Santos Cruz

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre – RS – Brasil. Mestre e Mestre e Doutora em Educação em Ciências pela UFRGS.

<sup>2</sup> Tribunal Superior Eleitoral (TSE), Brasília – DF – Brasil. Mestre e Doutor em Educação em Ciências pela UFRGS.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre – RS – Brasil. Graduada em Biblioteconomia, Mestre em Administração e Doutora em Educação em Ciências pela UFRGS. (DOCENTE PERMANENTE, PPGECI).

**RESUMO:** A internacionalização da ciência ocorre por diversos meios, como por exemplo, a produção científica em coautoria com estrangeiros. Nesse sentido, o Programa de Pós-Doutorado no Exterior (PPDE) da CAPES prevê a ampliação de publicações conjuntas entre pesquisadores que atuam no Brasil e no exterior. O objetivo do estudo, portanto, é mapear a evolução das redes de coautoria internacionais formadas por ex-bolsistas do PPDE da Grande Área de Ciências da Saúde, antes e após a finalização da vigência da bolsa, por meio da metodologia de Análise de Redes Sociais. Como resultado, verifica-se o crescimento das redes pelo aumento do número de países coautores, do número de conexões entre nações ou da frequência de colaboração entre uma dupla de países. Além disso, percebe-se a variedade de países colaboradores e qual o grau de importância destes para os grupos analisados. A metodologia apresentada pode servir como subsídio para políticas públicas de internacionalização.

**PALAVRAS-CHAVE:** Internacionalização da ciência. Coautoria. Produção científica. Análise de redes sociais. Pós-doutorado no exterior.

**RESUMEN:** *La internacionalización de la ciencia puede ocurrir a través de la producción científica en coautoría con extranjeros. Así, el Programa de Postdoctorado en el Extranjero de la CAPES busca aumentar las publicaciones en coautoría entre investigadores científicos que trabajan en Brasil y en el extranjero. El objetivo del estudio es mapear la evolución de las redes internacionales de coautoría formadas por antiguos becarios del PPDE de Ciencias de la Salud, antes y después de finalizar la beca, a través de Análisis de Redes Sociales. Como resultado, se nota crecimiento de las redes debido a un aumento en el número de países coautores, en el número de conexiones entre naciones o en la frecuencia de colaboración entre un par de países. Además, se puede ver la variedad de países colaboradores y su grado de importancia para los grupos analizados. La metodología presentada puede servir como subsidio para políticas públicas de internacionalización.*

**PALABRAS CLAVE:** *Internacionalización de la ciencia. Coautoría. Producción científica. Análisis de redes sociales. Postdoctorado en el extranjero.*

**ABSTRACT:** *The internationalization of science can occur through scientific production in co-authorship with foreigners. In this sense, the Post-Doctoral Programs abroad (PPDE) of CAPES aims to increase co-authored publications between researchers working in Brazil and abroad. The study aims to map the evolution of international co-authorship networks formed by scholarship holders from PPDE in the health area, before and after the end of the scholarship period, through the Social Network Analysis methodology. As a result, networks grow by increasing the number of co-author countries, of connections between nations or the frequency of collaboration between a pair of countries. In addition, one can see the variety of collaborating countries and their degree of importance for the analyzed groups. The presented methodology can serve as subsidy for public internationalization policies.*

**KEYWORDS:** *Internationalization of science. Co-authorship. Scientific production. Social network analysis. Post-doctoral abroad.*

## Introdução

Em se tratando de ciência e educação, a internacionalização, decorrente da globalização, integra processos de ensino/aprendizagem, pesquisa e serviços educacionais em um prisma global (Cunha-Melo, 2015). Nesse sentido, são vários os instrumentos utilizados na sua promoção: mobilidade de pesquisadores, projetos de pesquisa com participantes provenientes de diferentes nações, captação de fomento de fontes internacionais, publicações em periódicos de relevância mundial, colaborações científicas diversas, entre outras.

Partindo do foco científico, a internacionalização implica em interconectividade e interdependência entre os países culminando na formação de redes de colaboração, o que demanda análises que considerem esta perspectiva adaptadas à complexidade científica crescente (Gui; Liu; Du, 2019).

Do ponto de vista do padrão de colaboração científica, o cenário global foi remodelado, de forma que as publicações científicas passaram no decorrer dos anos de um perfil de produção individual para produção em colaboração institucional, nacional e finalmente internacional, em que os autores estão cada vez mais interligados, conforme demonstrado por Adams (2013). Significa dizer que a atividade científica em equipe é crescente.

Dentre as vantagens apontadas pela The Royal Society (2011) em relação à colaboração científica internacional estão a troca de conhecimento, expertise e ideias entre as nações em busca da excelência, compartilhamento de riscos e agrupamento de recursos, redução de sobreposições em pesquisas, melhoria de impacto e visibilidade de produções científicas.

Uma maneira de estimar, pelo menos de forma parcial, o grau de colaboração científica entre os países se dá pela análise de publicações conjuntas (Katz; Martin, 1997), usando diversas metodologias, como por exemplo, a análise de redes sociais (ARS).

Dito isto, o objetivo desse estudo é mapear a evolução das redes de coautorias internacionais (em nível de colaboração entre países) formadas por ex-bolsistas do Programa de Pós-Doutorado no Exterior (PPDE) da CAPES da Grande Área de Ciências da Saúde, considerando-se dois momentos, antes e após a finalização da vigência da bolsa, à luz da metodologia de ARS.

## Procedimentos Metodológicos

Para o estudo em questão, foi utilizado como recorte a produção em coautoria internacional indexada na base de dados Scopus de ex-bolsistas do Programa de Pós-Doutorado no Exterior da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) da Grande Área da Saúde.

Os ex-bolsistas que compuseram o estudo foram aqueles que estavam registrados como docentes permanentes em programas de pós-graduação *stricto sensu* do Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG) no ano base de 2019 e que tiveram suas bolsas de pós-doutorado no exterior finalizadas nos anos 2015, 2016, 2017 e 2018, totalizando 65 pós-doutores.

A partir da listagem de ex-bolsistas de interesse, procedeu-se a sua inserção na plataforma SciVal<sup>®</sup>, configurando-se quatro grupos, um para cada ano de fim de vigência das bolsas: PPDE 2015, PPDE 2016, PPDE 2017 e PPDE 2018.

Adicionalmente, foi escolhida a categorização FORD (*Fields of Research and Development*) para classificação de fontes Scopus, utilizada no Guia Frascati da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), e selecionada a área de *Medical Sciences*, cuja abrangência contempla medicina básica, medicina clínica e ciências da saúde (OCDE, 2007).

Para a obtenção das publicações em coautoria internacional de cada grupo configurado no SciVal<sup>®</sup> foi utilizada a aba *Collaboration*, localizada módulo *Overview*, de onde é possível extrair a listagem de publicações com atributos pré-selecionados. No caso em questão, a extração contemplou título das publicações, listagem de autores, anos das publicações e países de filiação dos autores de cada produção.

A partir disso, foi possível separar as publicações de cada grupo em dois períodos analisados: três anos anteriores ao fim da bolsa de pós-doutorado (denominado de período 1) e três anos após (denominado de período 2).

Então foram construídas, no *software* Microsoft Excel<sup>®</sup>, as matrizes adjacentes de relacionamento entre os países, sendo que cada conjunto de ex-bolsistas representou o Brasil, os coautores representaram seus países de filiação e as publicações em coautoria fizeram o papel dos relacionamentos, sendo atribuído um peso para cada relacionamento de acordo com a quantidade de produções compartilhadas que um par de países obteve nos períodos analisados.

As matrizes, simétricas e com diagonal 0, foram importadas para o *software* Gephi<sup>®</sup>, utilizado para estruturação e visualização das redes de coautoria formadas, bem como para

calcular as métricas de interesse no estudo, analisadas à luz da metodologia de Análise de Redes Sociais.

Dessa forma, os gráficos foram criados para permitir o exame visual do tamanho, estrutura e atributos da rede nos dois períodos estudados. Três medidas quantitativas globais foram derivadas da análise de rede social: grau médio, grau ponderado médio e densidade dos grafos. Quanto aos parâmetros específicos dos atores em cada rede, foram verificados grau, grau ponderado, excentricidade, e as medidas de centralidade de proximidade, de intermediação e de autovetor. As métricas aferidas denotam de forma quantitativa o comportamento da colaboração científica entre os países, com base nas redes de coautorias geradas.

## Resultados e Discussão

A partir do cruzamento das bases de ex-bolsistas de pós-doutorado no exterior e de discentes permanentes da pós-graduação *stricto sensu* no País CAPES na Grande Área de Ciências da Saúde no ano de 2019, foi obtido um total de 65 indivíduos cujas bolsas do Programa de Pós-Doutorado no Exterior se encerraram nos anos de 2015, 2016, 2017 ou 2018, demonstrado na Tabela 1.

**Tabela 1** – Quantidade de publicações em colaboração internacional por grupo de ex-bolsistas do PPDE três anos antes (período 1) e três anos após o fim das bolsas (período 2)

Grupo	Quantidade de ex-bolsistas	Período 1	Quantidade de publicações - Período 1	Publicações por bolsista (média) - Período 1	Período 2	Quantidade de publicações - Período 2	Publicações por bolsista (média) - Período 2
PPDE 2015	24	2013 a 2015	63	2,63	2016 a 2018	95	3,96
PPDE 2016	16	2014 a 2016	14	0,88	2017 a 2019	56	3,50
PPDE 2017	12	2015 a 2017	36	3,00	2018 a 2020	71	5,92
PPDE 2018	13	2016 a 2018	118	9,08	2019 a 2021	169	13,00

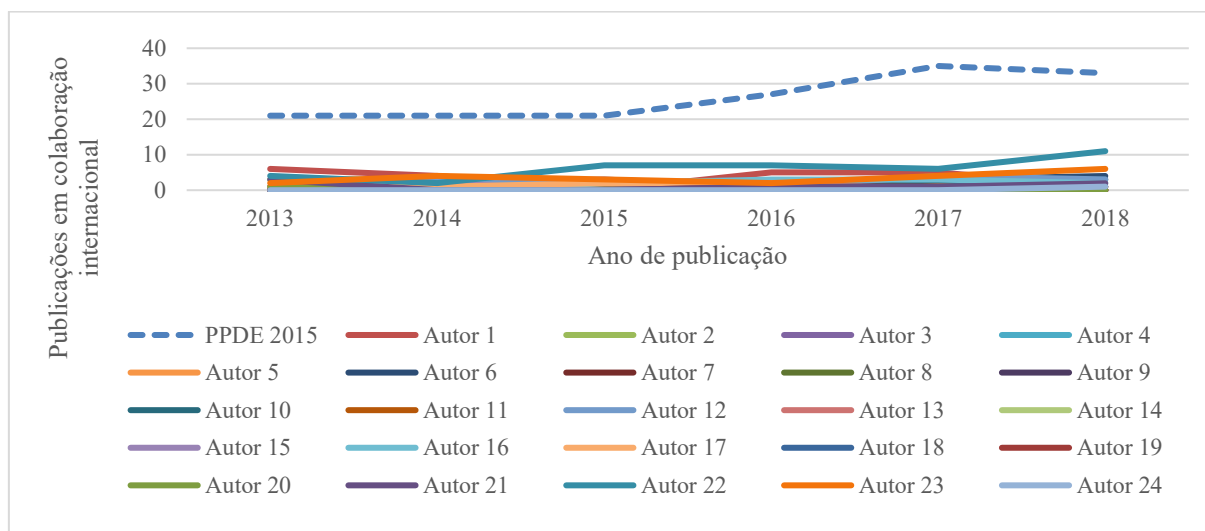
Fonte: Elaborada pelos autores

Nos três anos anteriores ao fim de bolsa, esses autores tiveram 231 publicações em colaboração internacional classificadas em *Medical Sciences* indexadas na base Scopus, e 391 nos três anos subsequentes, sendo que a média de publicações em coautoria internacional por bolsista cresceu em todos os casos.

A seguir são apresentados quatro gráficos que relacionam a quantidade de trabalhos em colaboração internacional de cada autor, bem como o somatório de publicações do grupo, por

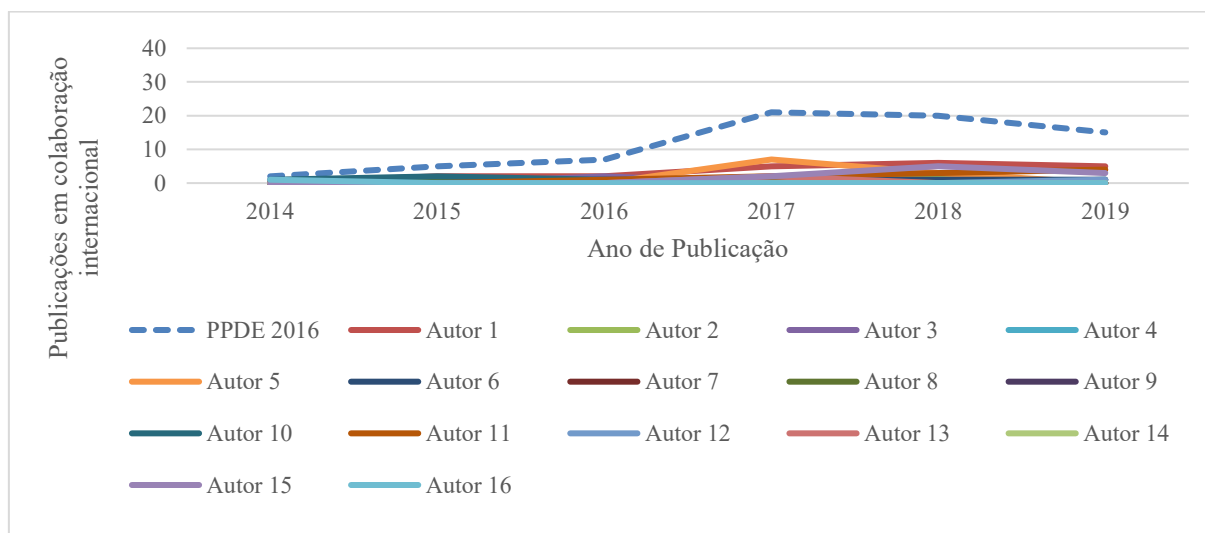
ano de publicação, considerando-se em cada gráfico o período três anos antes e três anos após o fim de vigência das bolsas.

**Gráfico 1** – Quantidade de publicações em colaboração internacional de cada ex-bolsista por ano de publicação nos seis anos analisados – Grupo PPDE 2015



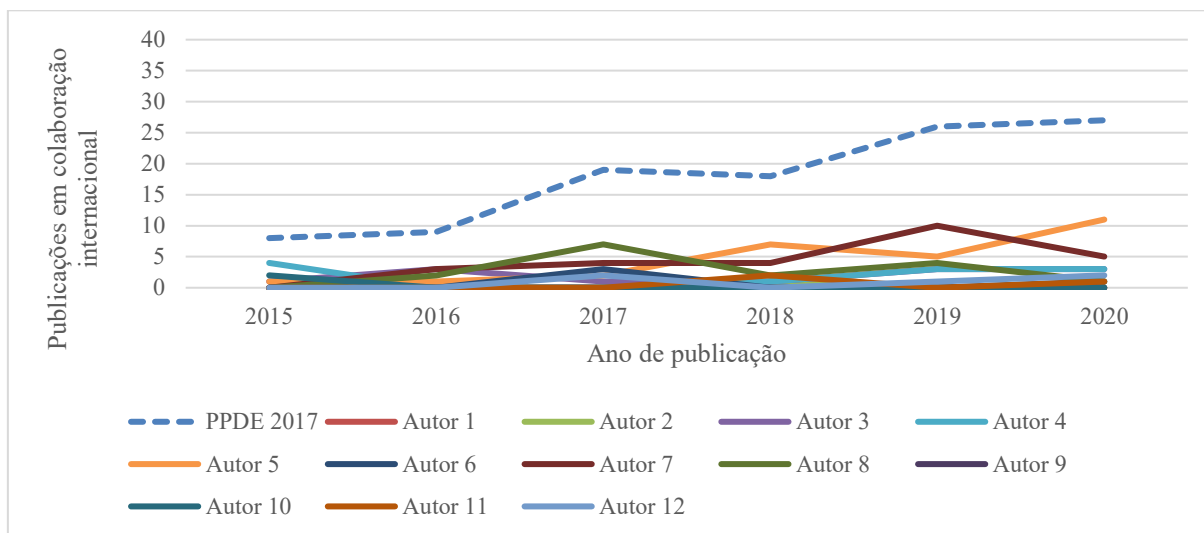
Fonte: Elaborado pelos autores

**Gráfico 2** – Quantidade de publicações em colaboração internacional de cada ex-bolsista por ano de publicação nos seis anos analisados – Grupo PPDE 2016



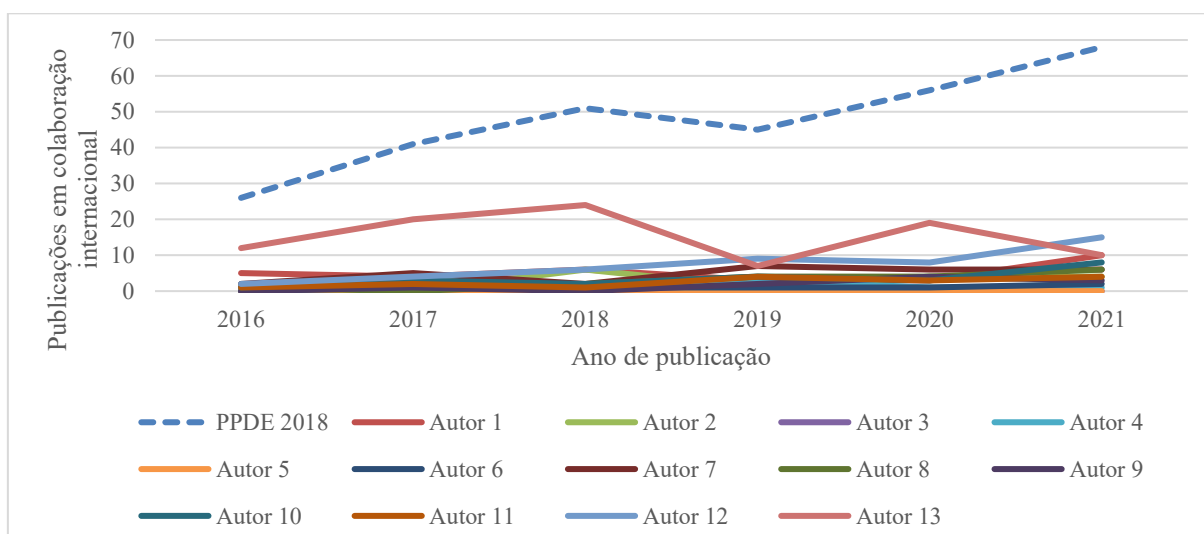
Fonte: Elaborado pelos autores

**Gráfico 3** – Quantidade de publicações em colaboração internacional de cada ex-bolsista por ano de publicação nos seis anos analisados – Grupo PPDE 2017



Fonte: Elaborado pelos autores

**Gráfico 4** – Quantidade de publicações em colaboração internacional de cada ex-bolsista por ano de publicação nos seis anos analisados – Grupo PPDE 2018



Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme verificado nos Gráficos de 1 a 4, em geral os ex-bolsistas se situam na faixa de até dez publicações por ano, havendo maior discrepância para um autor com fim de bolsa em 2018.

A Tabela 2 apresenta a evolução da quantidade de países com que o Brasil colaborou por meio das publicações analisadas no período 1 e no período 2.

**Tabela 2** – Quantidade de países com que o Brasil colaborou por meio das publicações analisadas para cada grupo de ex-bolsistas do PPDE três anos antes (período 1) e três anos após o fim das bolsas (período 2)

Grupo	Quantidade de países com que o Brasil colaborou - Período 1	Quantidade de países com que o Brasil colaborou - Período 2	Quantidade de países em comum nos dois períodos
PPDE 2015	24	29	21
PPDE 2016	9	22	7
PPDE 2017	20	19	11
PPDE 2018	142	141	127

Fonte: Elaborada pelos autores

Por meio das publicações em colaboração internacional dos indivíduos estudados, para o grupo com fim de bolsa em 2015, o Brasil passou de colaboração com 24 países para 29, sendo que 21 nações aparecem como filiação dos coautores nos dois períodos analisados.

Para o segundo grupo, passa-se de 9 países para 22, com manutenção de 7 deles entre os dois períodos. Nos casos do terceiro e do quarto grupo, há diminuição quantitativa de um país após finalização da vigência da bolsa, sendo que para o terceiro grupo passa-se de 20 para 19 países, com onze países em comum para ambos os intervalos de tempo, enquanto para o quarto grupo passa-se da colaboração com 142 países para 141, mantendo-se o relacionamento com 127 países entre os dois momentos analisados.

No período 1, contabilizando-se os países em comum, os quatro grupos estudados publicaram estudos com Canadá, Estados Unidos e Reino Unido. Outros 11 países aparecem em três dos grupos, 22 países em dois dos grupos e os demais 106 países com os quais o Brasil colaborou, aparece em publicações de apenas um dos grupos (podendo aparecer em uma ou mais publicações provenientes de um grupo).

Ao se verificar o período 2, além da manutenção da relação com os três países citados em comum, acrescenta-se Alemanha, Austrália, Chile, Colômbia, Espanha, Itália, Malásia e México colaborando nos quatro grupos de autores. Em três dos grupos aparecem cooperações com outros 6 países. Um total de 25 países aparecem em produções de dois grupos, enquanto 99 países são filiações registradas nas produções em apenas um dos grupos de ex-bolsistas (com pelo menos uma publicação envolvendo cada país).

É preciso ressaltar que, para o grupo com fim de bolsa em 2018, a maioria das produções analisadas se deram em hiper autoria, o que significa dizer que a lista de autores de um mesmo trabalho é extremamente longa (Birnholtz, 2006). No artigo intitulado “Escrito a muitas mãos”



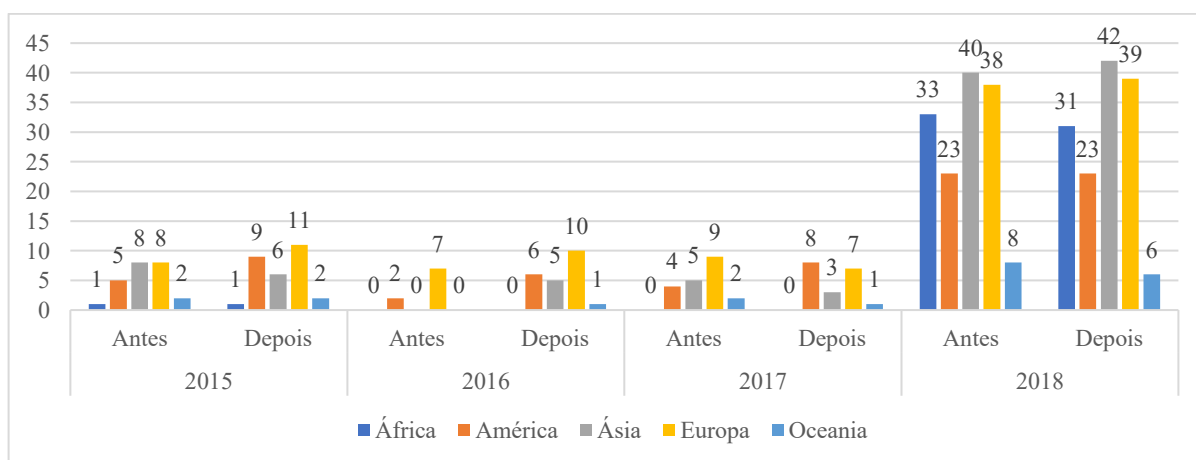
da revista jornalística Pesquisa FAPESP, o autor traz a explicação de Martin Szomszor, chefe de análise de pesquisa *Institute for Scientific Information* sobre o fenômeno:

a multiplicação de autores reflete uma mudança na natureza da pesquisa científica, hoje cada vez mais global e colaborativa em vários campos. “Muitos desses trabalhos estão associados a temas complexos, que demandam investimentos em equipamentos, coleta de dados, processamento analítico e grandes equipes especializadas espalhadas em vários países” (Andrade, 2020, p. 42-45).

Para esse grupo, mais de 50 produções têm mais de 100 autores, e algumas chegam a ter mais de 1000. Considerando que quanto mais autores em uma publicação, maior a possibilidade de diferentes países estarem representados, explica-se, portanto, o elevado número de nações representadas no Grupo PPDE 2018, o que não significa que a colaboração com tais países gerem outras colaborações no futuro, embora apresentem potencial de elevar citações e visibilidade do estudo.

De acordo com o Gráfico 5 abaixo, para os grupos com fim de bolsa em 2015, 2016 e 2017, há predominância de países dos continentes Americano, Asiático e Europeu nas colaborações internacionais consideradas, com presença de coautoria com no máximo um país Africano ou até dois países da Oceania. Já para o grupo de 2018, há predominância de parcerias com uma variedade maior de países do continente Africano em comparação com o Americano, provavelmente decorrente do perfil de trabalhos em hiper autoria do grupo.

**Gráfico 5** – Quantidade de países dos cinco continentes com que o Brasil colaborou por meio de coautoria nas publicações analisadas para cada grupo de ex-bolsistas do PPDE três anos antes (período 1) e três anos após o fim das bolsas (período 2)



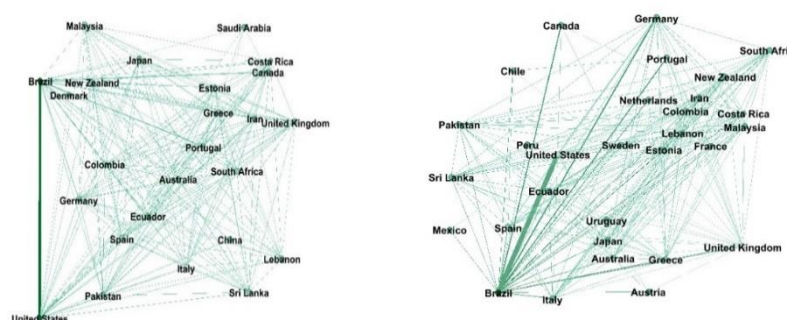
Fonte: Elaborado pelos autores

Na sequência, são apresentadas as redes de coautoria internacional para cada grupo de ex-bolsistas, resultantes dos conjuntos de publicações analisados nos dois momentos, antes e após o fim das bolsas, períodos 1 e 2, respectivamente.

Os ex-bolsistas (e, porventura, outros autores brasileiros na mesma publicação) são representados como o nó Brasil, assim como os coautores são representados pelo seu país de filiação, sendo que caso haja mais de um autor com a mesma origem por publicação, eles são contados como apenas um vértice, referente ao respectivo país.

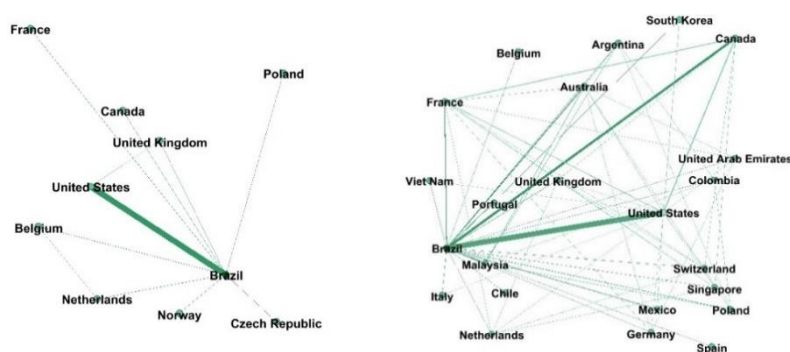
As arestas representam as coautorias, de forma que se um artigo tem autores de três filiações diferentes, países A, B e C, são representadas ligações entre os nós da seguinte forma: A conectado a B, A conectado a C e B conectado a C. Por não haver ordem entre os nós, as redes de coautoria são não direcionadas, o que significa dizer que não há diferença na ordem da conexão de A para B ou de B para A. Quanto mais publicações em coautoria entre dois países, mais espessa é a representação da aresta que os liga.

**Figura 1** – Redes de coautoria internacional do Grupo PPDE 2015, três anos antes (período 1) e três anos após o fim das bolsas (período 2).



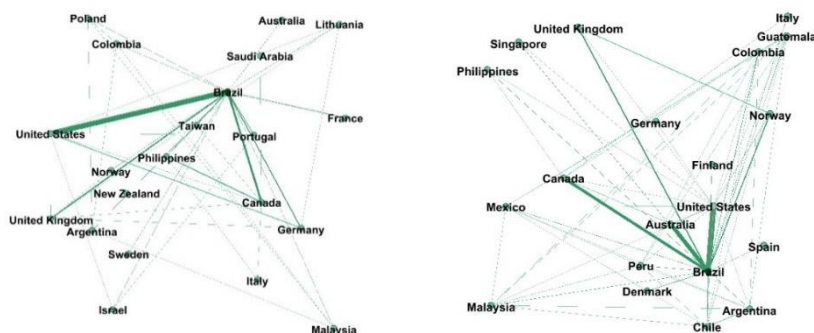
Fonte: Elaborada pelos autores

**Figura 2** – Redes de coautoria internacional do Grupo PPDE 2016, três anos antes (período 1) e três anos após o fim das bolsas (período 2).



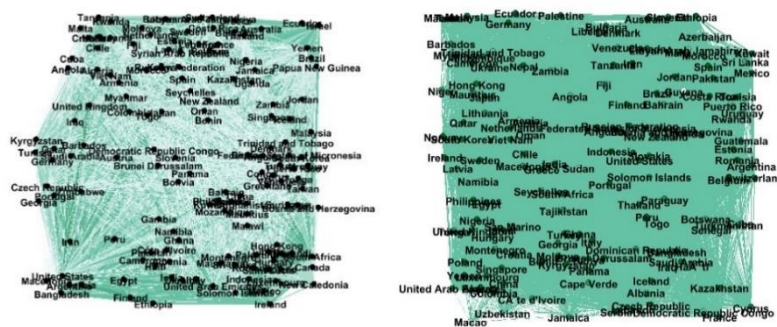
Fonte: Elaborada pelos autores

**Figura 3** – Redes de coautoria internacional do Grupo PPDE 2017, três anos antes (período 1) e três anos após o fim das bolsas (período 2).



Fonte: Elaborada pelos autores

**Figura 4** – Redes de coautoria internacional do Grupo PPDE 2018, três anos antes (período 1) e três anos após o fim das bolsas (período 2).



Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Tabela 3 são apresentadas as características gerais das redes nos dois períodos avaliados:

**Tabela 3** – Métricas globais das redes de coautoria internacionais por grupo de ex-bolsistas do PPDE três anos antes (período 1) e três anos após o fim das bolsas (período 2)

Grupo	Período 1					Período 2				
	Nós	Arestas	Grau Médio	Grau Ponderado Médio	Densidade do Grafo	Nós	Arestas	Grau Médio	Grau Ponderado Médio	Densidade do Grafo
PPDE 2015	25	204	16,320	98,080	0,680	30	215	14,333	70,467	0,494
PPDE 2016	10	11	2,200	7,200	0,244	23	64	5,565	25,391	0,253
PPDE 2017	21	41	3,905	13,905	0,195	20	58	5,800	28,400	0,305
PPDE 2018	143	9.224	129,007	3.565,538	0,908	142	9.109	128,296	1.351,239	0,910

Fonte: Elaborada pelos autores

Quando se comparam os grafos referentes ao período anterior ao fim da bolsa e posterior à sua conclusão, percebe-se que, para os grupos PPDE 2015 e 2016, houve expansão do tamanho das redes relacionada ao aumento do número de países coautores, nos grupos PPDE 2015, 2016 e 2017 constata-se aumento do número de ligações entre os atores das redes, e em todos os casos verifica-se ainda que houve expansão em relação à frequência de colaboração entre o Brasil e alguns países, visualizada pela espessura das arestas.

O grau de um nó relaciona-se à quantidade de vínculos por ele estabelecido, sendo que o grau médio diz respeito à média dos graus de todos os nós de uma rede, o que, para o estudo em questão, implica na média de países com que uma nação colaborou em cada uma das redes. Adicionalmente, o grau ponderado médio considera o peso das ligações, que em redes de coautoria pode ser entendido a partir do quantitativo de produções partilhado por um par de atores, dando uma noção melhor da quantidade de relacionamentos ocorridos. A representação nos grafos da multiplicidade de coautorias entre uma mesma dupla de países se deu pela espessura das arestas: quanto mais publicações um par de países compartilha, mais espessa é a aresta que os conecta (Newman, 2010).

Dessa forma, nos grupos estudados, para dois casos houve aumento da média de nações com que cada país publicou, enquanto nos demais grupos houve diminuição do grau médio. O mesmo comportamento foi verificado quanto ao grau ponderado médio medindo o número de publicações compartilhadas.

A densidade de uma rede, que varia entre zero (0) e um (1), representa a quantidade de conexões realizadas em relação ao número total de vinculações possíveis em um dado grafo, ou seja, quanto mais interconectados são os vértices, mais densa se torna a rede (Hanneman; Riddle, 2011). Quanto mais próximo de um (1), mais densa é a rede.

Ao se analisar este parâmetro do primeiro período *versus* a do segundo, com exceção do primeiro grupo, percebe-se o adensamento das redes, mas com baixa densidade (valores mais próximos de zero do que de um) na maioria dos casos.

A menor densidade no primeiro caso ocorre pelo aumento de países no período 2, o que aumenta a possibilidade de vinculações entre os nós, não acompanhada pelo aumento suficiente de conexões para manter ou superar a densidade do período 1. Já para o segundo grupo, apesar do aumento do número de países, há um aumento maior em ligações entre eles, refletindo no crescimento da densidade da rede. Para o grupo com fim de bolsa em 2017, há diminuição do quantitativo de países entre o primeiro e o segundo período, mas aumento do número de arestas, garantindo uma rede mais densa que no primeiro momento. Em relação ao último grupo, há

diminuição tanto do número de nós quanto do número de ligações entre eles, no entanto, a diminuição não afetou a densidade, obtendo-se valores semelhantes entre os períodos.

A densidade pode impactar positiva ou negativamente uma rede. Enquanto densidade elevada está associada à velocidade na disseminação de informações e bom entendimento entre os atores envolvidos na rede, questiona-se a capacidade de inovação e acesso a informações externas (Connie *et al.*, 2019). Pauli *et al.* (2019) argumentam que existe um efeito não linear da densidade da rede, e sim curvilíneo.

Passando-se à análise de parâmetros específicos de cada rede, foram verificados para cada nó, seus graus, graus ponderados, excentricidade, centralidade de proximidade, centralidade de intermediação e centralidade do autovetor.

Quanto aos graus, para o grupo PPDE 2015, os países com vinculações com mais nações além do Brasil foram Estados Unidos e Itália no período 1 e Reino Unido e Estados Unidos no período 2. No entanto, ao se verificar o grau ponderado, a Alemanha toma o lugar da Itália e do Reino Unido nos primeiro e segundo momentos, respectivamente.

No grupo PPDE 2016, aparecem no primeiro período três países empatados com maior grau em relação aos outros atores da rede (com exceção do Brasil): Bélgica, Estados Unidos e Reino Unido, mas os Estados Unidos se destacam por maior grau ponderado. No segundo momento assumem a liderança em grau Estados Unidos e França, sendo que para grau ponderado o Canadá substitui a França.

No grupo PPDE 2017, após o Brasil, no período 1, Canadá e Estados Unidos se igualam como países ligados a maior número de outras nações, sendo que os Estados Unidos se destacam pelo estabelecimento de mais ligações, seguido pelo Canadá. Já no período 2, desconsiderando-se o Brasil, se destacam Estados Unidos em primeiro e Colômbia em segundo em relação ao grau, mas ao se verificar o grau ponderado, a Austrália assume a segunda posição atrás dos Estados Unidos.

Para o grupo PPDE 2018, pela característica da produção ser em grande proporção em hiper autoria, verifica-se que 58 países no primeiro período apresentam o mesmo grau que o Brasil, sendo a diferenciação pelo grau ponderado em que se destacam após o Brasil os Estados Unidos, seguido da Austrália. Para o segundo período, 42 países se equiparam ao Brasil quanto ao grau, com destaque para Estados Unidos, seguido do Canadá em relação ao grau ponderado.

Nota-se, dessa maneira, a importância dos Estados Unidos nas redes dos ex-bolsistas brasileiros de pós-doutorado no exterior estudadas, tanto como um país, após o Brasil, com

conexão com maior número de países, quanto em volume de publicações em coautoria com as outras nações representadas.

A excentricidade diz respeito à maior distância geodésica entre um ator e qualquer outro no grafo (Hage; Harary, 1995). Nos casos estudados, apenas o grupo PPDE 2017 apresenta países com excentricidade de até 3, sendo que nos outros grupos tanto no período 1 como no período 2, a excentricidade é de 1 ou 2 para os nós, o que demonstra que os participantes das redes se encontram bastante próximos, sendo necessário passar por no máximo três vértices para se conectar a um outro mais distante. Além disso, apenas no grupo PPDE 2018 houve mudança na excentricidade de alguns países entre o primeiro e o segundo período.

Diferentemente da excentricidade, a centralidade de proximidade se relaciona a quão próximo um vértice está dos demais, ou seja, quanto menor a distância entre o nó e cada um dos demais, maior será a medida geodésica de proximidade (Cerqueira; Costa; Carvalho, 2014).

Considerando isso, o grupo PPDE 2015 repete os mesmos países da análise de grau com maior medida de centralidade de proximidade. Para o grupo PPDE 2016, após o Brasil, no primeiro período aparece com os mesmos valores, além dos países citados na análise de grau, a Holanda. No segundo período o padrão apresentado em relação ao grau permanece. Para o grupo PPDE 2017, as mesmas nações elencadas com maior grau são as que apresentam maior centralidade de proximidade. Quanto ao grupo PPDE 2018, todos os países com o mesmo grau que o Brasil também constam como de maior proximidade.

Passando-se a discutir a centralidade de autovetor, tem-se que um determinado nó em uma rede tem sua importância modificada pelas conexões que estabelece, portanto, sua importância pode estar relacionada à quantidade de ligações que faz ou com que atores da rede está se relacionando, ou ambas as situações (Newman, 2010).

Após o Brasil, com centralidade de autovetor igual a 1 em todas as redes (por se relacionar com todos os participantes), a rede PPDE 2015, registra 15 países empatados no período 1 com valor mais elevado, sendo que no segundo período, Reino Unido, seguido pelos Estados Unidos se apresentam como países com maiores valores de centralidade, reforçando a importância desses países para o Brasil nas redes estudadas. Além disso, destacam-se três países que aumentaram sua importância no segundo período em relação ao primeiro, Equador, Japão e Reino Unido.

Em relação ao PPDE 2016, no primeiro período, quatro países apresentam valor mais elevado para o parâmetro em questão, sendo que no segundo período, destacam-se os Estados

Unidos seguido pela França. Além desses dois países, Holanda e Canadá tiveram maior centralidade de autovetor no período 2 do que no 1.

Para o PPDE 2017, Estados Unidos seguidos pelo Reino Unido se destacam quanto à importância em um primeiro momento, sendo que no segundo, a Colômbia assume a posição do Reino Unido, atrás dos Estados Unidos, de forma, que além dos dois últimos citados, Argentina, Malásia, Austrália e Itália apresentaram aumento de importância no intervalo de tempo analisado.

Finalmente, no Grupo PPDE 2018 somam-se ao Brasil outros 58 países com centralidade 1 no primeiro período, e 43 no segundo. Além disso, 36 países tiveram sua importância aumentada de um período para o outro.

### Considerações finais

A partir dos resultados obtidos no estudo, verifica-se que houve elevação das médias de publicação em coautoria internacional por parte dos ex-bolsistas do Programa de Pós-Doutorado no Exterior (PPDE) da CAPES da Grande Área de Ciência da Saúde entre os períodos analisados, sendo perceptível a melhora quantitativa em termos de produção científica no período posterior ao fim do pós-doutorado, sendo que, conforme descrito por Wagner e Leydesdirff (2005), a aptidão científica crescente de um dado país pode aumentar a sua capacidade de conectividade em nível global.

Alinhado a isso, percebe-se uma boa variedade de países de filiação dos coautores, demonstrando que, mesmo que os principais países colaboradores dos grupos sejam mantidos (Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Alemanha, Austrália, Chile, Colômbia, Espanha, Itália, Malásia e México), abre-se espaço para colaboração mais ampla com diversas nações ao redor do globo, como países da África, América Central e Europa Oriental, o que eleva o potencial de visibilidade e citação das publicações realizadas, dois efeitos desejáveis.

Especificamente em relação às redes de coautoria formadas, verifica-se um crescimento diferenciado nos grupos após o fim da bolsa, podendo ser por aumento do número de países coautores, aumento do número de conexões entre nações ou aumento da frequência de colaboração entre uma dupla de países.

A metodologia de ARS permite a representação visual e o mapeamento das interações de uma rede, o que possibilita monitoramento, avaliação e, até mesmo, o planejamento de políticas públicas relacionadas a tais circuitos.

O caso em questão, permitiu analisar e visualizar as redes de colaboração estabelecidas por meio de coautoria fornecendo métricas interessantes, como as medidas de centralidade, demonstrando quais países têm maior importância para os grupos estudados na promoção da produtividade científica internacional.

Além da colaboração presencial, que por vezes está limitada por questões logísticas e financeiras (principalmente quando se trata de colaboração internacional), o que se percebe atualmente é que a colaboração foi facilitada pelos avanços tecnológicos, em especial mediadas pela internet que permitem o contato virtual em tempo real, além do compartilhamento de dados e arquivos.

É importante ressaltar que os resultados aqui apresentados referem-se tão somente às publicações em colaboração internacional indexadas na base de dados Scopus produzidas pelos ex-bolsistas do PPDE no período de 3 anos até o ano de finalização das respectivas bolsas em comparação com suas publicações no período de 3 anos após o ano de fim de bolsa de pós-doutorado, não devendo ser extrapolados para interpretações em relação aos demais países mencionados no estudo, inclusive o Brasil como um todo. No entanto, podem servir como subsídio para os formuladores de políticas públicas para entender quais atores são interessantes no contexto de cada área, direcionando o envolvimento com outros parceiros que julguem importantes em determinado campo do conhecimento, bem como para identificar as mudanças necessárias. A metodologia de ARS em questão, juntamente com ferramentas de análise bibliométrica podem fornecer informações importantes para a condução de uma política científica estratégica.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, J. The fourth age of research. **Nature**, [S. l.], v. 497, p. 557-560, maio 2013. DOI 10.1038/497557a. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/497557a>. Acesso: em 2 fev. 2023.

ANDRADE, R. O. Escrito a muitas mãos. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, n. 289, p. 42-45, 05 mar. 2020. Disponível em: [https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2020/03/042-045\\_autoria\\_289.pdf](https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2020/03/042-045_autoria_289.pdf). Acesso em: 26 mai. 2023.

BIRNHOLTZ, J. P. What does it mean to be an author? The intersection of credit, contribution, and collaboration in Science. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, [S. l.], v. 57, n. 13, p. 1713-1858, out. 2006. DOI 10.1002/asi.20380. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/asi.20380>. Acesso em: 25 mar. 2023.



CERQUEIRA, C. H. Z.; COSTA, J. M. de S.; CARVALHO, D. M. de A. Aplicação de Análise de Redes Sociais em uma Cadeia de Suprimentos de uma Empresa do Setor Elétrico Brasileiro. **Sistemas & Gestão**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 418–429, 2014. DOI: 10.7177/sg.2014.V9.N4.A1. Disponível em: <https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/V9N4A1>. Acesso em: 21 abr. 2023.

CONNIE, H.; ADHIKARI, B.; GLANDON, D.; DAS, A.; KAUR, N.; GUPTA, S. Using social network analysis to plan, promote and monitor intersectoral collaboration for health in rural India. **PLoS One**, [S. l.], v. 14, n. 7, e0219786, jul. 2019. DOI 10.1371/journal.pone.0219786. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31314793/>. Acesso em: 25 mar. 2023.

CUNHA-MELO, J. R. Indicadores Efetivos da Internacionalização da Ciência. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, [S. l.], v. 42, n. suppl. 1, 2015. DOI 10.1590/0100-69912015S01007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcbc/a/YDD9WHn5NbDdZXVVQwYd5rp/?lang=pt>. Acesso em: 25 mar. 2023.

GUI, Q.; LIU, C.; DU, D. Globalization of science and international scientific collaboration: A network perspective. **Geoforum**, [S. l.], v. 105, p. 1-12, out. 2019. DOI 10.1016/j.geoforum.2019.06.017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016718519302040>. Acesso em: 2 fev. 2023.

HAGE, P.; HARARY, F. Eccentricity and Centrality in Networks. **Social Networks**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 57-63, 1995. DOI 10.1016/0378-8733(94)00248-9. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0378873394002489?via%3Dihub>. Acesso em 21 abr. 2023.

HANNEMAN, R. A.; RIDDLE, M. Concepts and measures for basic network analysis. In: SCOTT, J.; CARRINGTON, P. J. (ed.). **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. London: Sage, 2011. p. 340-369.

KATZ, J. S.; MARTIN, B. R. What is research collaboration? **Research Policy**, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 1-18, mar. 1997. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733396009171>. Acesso em: 25 mar. 2023.

NEWMAN, M. E. J. **Networks: An Introduction**. Oxford, UK: Oxford University Press, 2010.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Manual de Frascati**: Proposta de práticas exemplares para inquéritos sobre investigação e desenvolvimento experimental. Coimbra: OCDE, 2007. Disponível em: <https://pt.fi-group.com/resource/manual-frascati-portugal-2007/>. Acesso em: 05 set. 2022.

PAULI, J.; BASSO, K.; GOBI, R. L.; BILHAR, A. O Efeito da Densidade da Rede de Coautoria no Desempenho dos Programas de Pós-graduação. **BBR. Brazilian Business Review**, [S. l.], v. 16, n. 6, nov./dec. 2019. DOI 10.15728/bbr.2019.16.6.3 Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/bbr/a/pkSDzN5BgLzBVfRFGPp773F/?lang=pt#>. Acesso em: 25. Mar. 2023.

THE ROYAL SOCIETY. **Knowledge, networks and nations**: Global scientific collaboration in the 21st century. Londres, 2011. Disponível em: [https://royalsociety.org/-/media/Royal\\_Society\\_Content/policy/publications/2011/4294976134.pdf](https://royalsociety.org/-/media/Royal_Society_Content/policy/publications/2011/4294976134.pdf). Acesso em: 02 fev. 2023.

WAGNER, C. S.; LEYDESDORFF, L. Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science. **Research Policy**, [S. l.], v. 34, p. 1608-10618, out. 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733305001745>. Acesso em: 11 fev. 2023.

### ***CRediT Author Statement***

---

**Reconhecimentos:** Agradecemos à CAPES pela disponibilização de dados.

**Financiamento:** Não aplicável.

**Conflitos de interesse:** A autora Luciana Gasparotto Alves de Lima é servidora pública da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

**Aprovação ética:** Por se tratar de informações disponíveis em dados abertos, não houve submissão a comitê de ética.

**Disponibilidade de dados e material:** Os dados primários podem ser obtidos por meio do Portal de Dados Abertos da CAPES. Os demais dados resultantes dos procedimentos metodológicos aplicados podem ser obtidos na plataforma SciVal<sup>®</sup>.

**Contribuições dos autores:** A autora Luciana Gasparotto Alves de Lima realizou coleta, análise e interpretação dos dados e redação do texto. O autor Renato Barros de Carvalho contribuiu na geração dos resultados do estudo (grafos e estatísticas relacionadas). A autora Maria do Rocio Fontoura Teixeira contribuiu na orientação, revisão e supervisão do artigo.

---

**Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação.**  
Revisão, formatação, normalização e tradução.

