

Análise de redes de coautoria e de bancas de avaliação em programas de pós-graduação: evidências na atuação dos docentes da área interdisciplinar para o quadriênio 2013-2016

Solon Macedonia Soares

Mestre em Informática e Gestão do Conhecimento pela Universidade Nove de Julho (Uninove) - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/0630246977145596>

<https://orcid.org/0000-0002-0777-5365>

E-mail: soares.solonm@gmail.com

Pedro Henrique Triguis Schimit

Pós-Doutorado pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (Mackenzie) - Brasil. Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP) - São Paulo, SP - Brasil. Professor da Universidade Nove de Julho (Uninove) - São Paulo, SP - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/9938713955885093>

E-mail: schimit@uni9.pro.br

Data de submissão: 29/06/2020. Data de aceite: 07/04/2022. Data de publicação: 18/10/2022.

RESUMO

A colaboração científica é uma prática comum para a construção e disseminação do conhecimento e tem como um dos produtos a publicação de artigos científicos em coautoria. Essas publicações formam uma rede de coautores, sendo que o estudo dessas redes ajuda a entender aspectos da colaboração e construção do conhecimento. Essa rede de coautoria pode ser analisada a partir de medidas de redes complexas para facilitar a comparação entre os programas, como, por exemplo, menor caminho médio, coeficiente de agregação, densidade, entre outras medidas. Outros tipos de colaboração científica também geram uma rede de contatos, como a rede de participação de bancas de avaliação. No Brasil, a ciência é majoritariamente produzida nos programas de pós-graduação *stricto sensu* de universidades, que são avaliados e classificados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Como cada área do conhecimento é avaliada de maneira diferente, este trabalho faz um estudo dos programas *stricto sensu* da área Interdisciplinar, subárea de engenharia, tecnologia e gestão para o quadriênio 2013-2016. O objetivo é avaliar a rede de colaboração científica entre professores de um mesmo programa a partir da rede de coautoria de artigos e de participação em bancas de avaliação. A conclusão é que as redes possuem características diferentes de acordo com o tipo de gestão (pública ou privada), e se um programa tem uma rede que indica maior colaboração interna entre os pesquisadores para um tipo de produção científica (coautoria ou bancas), isso reflete na outra rede.

Palavras-chave: Cientometria; Produção científica; Rede de coautoria; Rede de colaboração científica.

Analysis of co-authoring and board of examiners networks of graduate programs: evidence on the performance of teachers in the interdisciplinary field for the 2013-2016 four-year period

ABSTRACT

Scientific collaboration is a common practice for constructing and disseminating knowledge, and one of the products is the publication of co-authored scientific articles. These publications form a network of co-authors, and studying these networks helps to understand aspects of collaboration and the construction of knowledge. This co-authorship network can be analyzed using complex network measures to make the comparison easier between programs, such as the shortest middle path, clustering coefficient, and density, among other measures. Other types of scientific collaboration also generate a network of contacts, such as mutual participation in the board of examiners. In Brazil, science is mainly produced in the postgraduate programs of universities, which are evaluated and classified by Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES – directly translation of Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). As each area of knowledge is evaluated differently, this work studies the postgraduate programs of the Interdisciplinary area, subarea of engineering, technology, and management for the 2013-2016 quadrennium. The objective is to evaluate the scientific collaboration between professors of the same program from the network of co-authorship articles. The conclusion is that networks have different characteristics according to the type of management (public or private). If a program has a network that indicates greater internal collaboration among researchers for a type of scientific production (co-authorship or boards), this is reflected in the other network.

Keywords: Co-authorship network. Scientific collaboration network. Scientific production. Scientometrics.

Análisis de redes de coautoría e de bancas examinadoras de programas de posgrado: evidencia sobre el desempeño de los docentes en el área interdisciplinaria para el cuatrienio 2013-2016

RESUMEN

La colaboración científica es una práctica común para la construcción y difusión del conocimiento y uno de los productos es la publicación de artículos científicos en coautoría. Estas publicaciones forman una red de coautores, y el estudio de estas redes ayuda a comprender aspectos de colaboración y construcción de conocimiento. Esta red de coautoría puede analizarse utilizando medidas de red complejas para facilitar la comparación entre programas, como la ruta promedio más corta, el coeficiente de agrupamiento, la densidad, entre otras medidas. Otros tipos de colaboración científica también generan una red de contactos, como la red de participación de las bancas examinadoras. En Brasil, la ciencia se produce principalmente en los programas de posgrado stricto sensu de las universidades, que son evaluados y clasificados por la Coordinación para el Mejoramiento del Personal de Educación Superior (CAPES traducción directa de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Como cada área de conocimiento se evalúa de manera diferente, este trabajo hace un estudio de los programas stricto sensu del área Interdisciplinaria, subárea de ingeniería, tecnología y gestión para el cuatrienio 2013-2016. El objetivo es evaluar la colaboración científica entre profesores del mismo programa desde la red de coautoría de artículos. La conclusión es que las redes tienen diferentes características según el tipo de gestión (pública o privada), y si un programa tiene una red que indica mayor colaboración interna entre investigadores para un tipo de producción científica (coautoría o bancas), esta se refleja en la otra red.

Palabras clave: Cienciometría. Producción científica. Red de coautoría. Red de colaboración científica.

INTRODUÇÃO

A colaboração científica entre pesquisadores aumenta a eficiência da pesquisa científica, e é uma tendência dominante para o desenvolvimento da ciência (PEREZ-CERVANTES *et al.*, 2013). O compartilhamento de ideias e recursos e o complemento de capacidades entre cientistas passou a ser considerado um importante fator de impacto na ciência, e a colaboração científica é estudada há algum tempo para avaliar aspectos como a profissionalização científica (BEAVER; ROSEN, 1978), a disseminação do conhecimento científico (XIE; LI; LI, 2018) e a performance da construção do conhecimento (GUARIDO FILHO; MACHADO DA SILVA; ROSSONI, 2010). No começo dos anos 2000, Mark Newman formalizou uma série de resultados com base nas redes de colaboração formada por cientistas (NEWMAN, 2001a; NEWMAN, 2001b). Ou seja, cada cientista é um nó da rede, e quando há publicações conjuntas, forma-se uma aresta. A partir dessa rede, calcularam-se parâmetros topológicos, como menor caminho médio e centralidade para chegar à conclusão de que uma distância típica entre pesquisadores é “pequena” (dado o tamanho da rede), e as características da rede são similares às redes mundo-pequeno e aleatórias complexas (BARABÁSI *et al.*, 2002).

Também chamada redes de coautoria por outros pesquisadores, essa análise se expandiu para outros países e centros de pesquisa como uma forma de entender como se constrói o conhecimento científico e qual o impacto dessas redes na formação de uma ciência de qualidade (ALDIERI; KOTSEMI; VINCI, 2018). No Brasil, a pesquisa científica é produzida majoritariamente em universidades e seus programas de pós-graduação (PPG) (RIBEIRO; MAGALHÃES, 2014; SOUZA; FERREIRA, 2013). Os programas são atribuídos às áreas de conhecimento reguladas pela CAPES, e as redes de coautoria começam a ser usadas para avaliar seu impacto na qualidade da pesquisa brasileira (AUTRAN *et al.*, 2015; HADDAD; MENA-CHALCO; SIDONE, 2017).

A coordenação da ciência no cenário brasileiro está a cargo da CAPES, que é ligada ao Ministério da Educação (MEC), e tem como atividade oficial regular a formação de profissionais especializados de inovação tecnológica, técnica e científica demandada pela sociedade brasileira. A CAPES qualifica os programas aferindo suas ações e resultados em períodos específicos. Essa avaliação é conhecida como avaliação CAPES e tem como resultado a nota CAPES. Portanto, é esperado que as áreas de conhecimento e as diferenças econômicas do Brasil produzam resultados diferentes para a ciência brasileira, sendo que cada área do conhecimento tem sua particularidade na avaliação CAPES.

A CAPES estabelece e acompanha uma série de métricas de avaliação dos PPGs, com a finalidade de aferir a qualidade dos programas, a formação de pesquisadores e a produção científica. O valor do conceito CAPES é medido por cinco quesitos que seguem a Portaria nº 59, de 22 de março de 2017, e a Portaria nº 182, de 14 de agosto de 2018 (CAPES, 2017). Este trabalho observa a importância do quesito 4 e seus subquesitos 4.1 e 4.2 que medem a colaboração científica entre os docentes permanentes a partir da publicação de artigos. Esse quesito é utilizado como fator limitante ao conceito CAPES obtido pelo PPG. Cada subquesito pode conter regras específicas conforme a área do conhecimento. Por exemplo, algumas áreas de conhecimento pontuam negativamente um programa caso a porcentagem de artigos escritos em coautoria com outros pesquisadores do próprio programa seja muito alta.

Dessa forma, esse artigo tem como objetivo avaliar a colaboração científica de pesquisadores dos programas de pós-graduação da área Interdisciplinar da CAPES, subárea de Engenharia, Tecnologia e Gestão (ETG) na modalidade acadêmico. Essa avaliação será feita a partir das redes de coautoria de artigos científicos publicados em periódicos, e das redes de participação conjunta em bancas de avaliação (qualificação e defesa) de mestrado e doutorado.

Nesses dois tipos de redes, os pesquisadores são os nós, e quando publicam em conjunto um artigo ou participam de uma mesma banca, uma aresta é criada. Foi considerado o quadriênio 2013-2016, sendo que, para cada ano, forma-se uma rede de coautoria e uma rede de bancas para cada PPG com pesquisadores (nós) e interações (arestas – artigos ou bancas) somente entre os pesquisadores do PPG. Ou seja, avaliam-se as redes de coautoria e bancas internas ao PPG para entender como estes são organizados em termos de colaboração científica interna. Também não se diferencia a qualidade da produção ou quantos artigos foram publicados em conjunto. A aresta da rede não tem peso.

Um primeiro resultado deste estudo, publicado em (SOARES; SCHIMIT, 2019), mostra que a cooperação interna aos PPGs escolhidos no período é diferente de acordo com o Tipo de Gestão Universitária (TGU). Universidades privadas costumam ter grupos mais cooperativos do que universidades estaduais e federais, e isso acontece em todo o Brasil.

Da forma como está sendo usada neste trabalho, as redes seguem o formato estudado em (NEWMAN, 2001a; NEWMAN, 2001b). A partir de características topológicas dessa rede, é possível observar características sociais, como a influência (relação com o restante da rede como um todo) exercida por um pesquisador ou grupo de pesquisa (ZHANG *et al.*, 2019; PEREZ-CERVANTES *et al.*, 2013). A rede de banca é formada por 3 a 4 docentes e é realizada tanto para a titulação de mestrado quanto de doutorado. Vale notar que na cientometria, que estuda a mensuração do progresso científico, o termo rede de coautoria é usado (NEWMAN, 2001a; NEWMAN, 2001b).

A próxima seção mostra a metodologia do trabalho.

METODOLOGIA

Para que seja possível uma avaliação uniforme e homogênea, somente os PPGs da área Interdisciplinar, subárea de ETG, foram usados neste artigo (lista dos PPGs no Anexo A). A produção docente de artigos completos publicados em periódicos, com coautoria interna aos PPGs, foi coletada para o período de 2013 a 2016, que compreende o último quadriênio com avaliação completa da CAPES. Foram avaliados 1.194 docentes permanentes ao longo dos quatro anos. O currículo Lattes foi utilizado por ser uma fonte aberta de informação disponível pela plataforma Lattes e por concentrar os dados da publicação de artigos desses docentes. A tabela 1 contém os dados de quantidades de PPGs e da quantidade média de docentes por TGU e região do país. Note a concentração na região sudeste e universidades públicas com maior média de quantidade de docentes permanentes.

Tabela 1– Distribuição dos PPGs e média de docentes por TGU e região – 2013 a 2016

Região	Tipo de gestão universitária ¹			Média de docentes ¹		
	Federal	Estadual	Privado	Federal	Estadual	Privado
Centro-Oeste	4	-	-	19,60	-	-
Nordeste	7	3	1	14,61	14,50	14,00
Sudeste	14	8	4	21,31	25,36	13,90
Sul	7	2	3	16,78	23,00	15,27
Total	32	13	8	18,80	22,25	14,25

¹Dados fornecidos pela CAPES e analisados pelo autor.

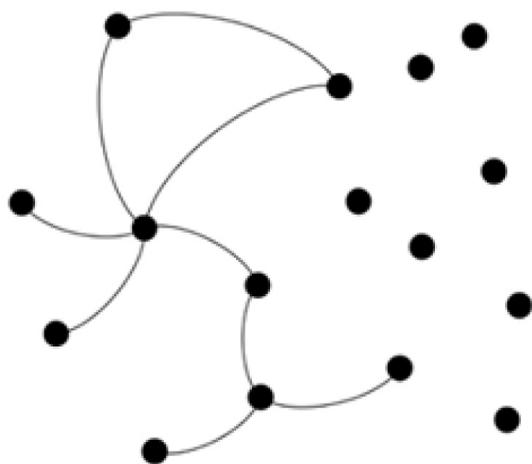
Fonte: Plataforma Sucupira.

Para criar uma rede de coautoria, consideram-se os docentes permanentes de um PPG em um determinado ano. Os docentes são os nós da rede, e as arestas são os artigos publicados em periódicos qualificados, listados na guia “Artigos completos publicados em periódicos”, da seção “Produção bibliográfica” do Lattes. Cada artigo cria uma aresta, e mesmo que haja mais de um artigo em coautoria de dois pesquisadores, a mesma aresta é considerada.

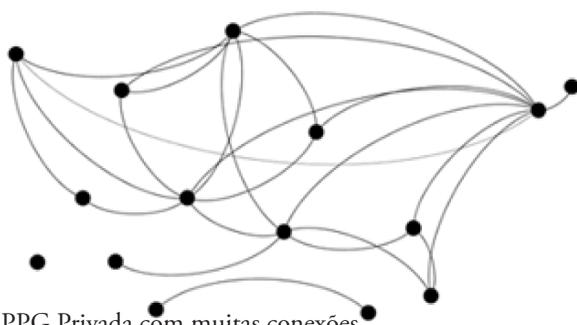
Ou seja, a rede é não-direcional e sem peso nas arestas. Note que são criadas redes para cada PPG e cada ano do quadriênio 2013-2016.

O mesmo processo é realizado para bancas de avaliação de mestrandos e doutorandos dos programas, para fim de comparação. Ou seja, nas redes de bancas, se dois docentes (nós da rede) participaram de uma banca de avaliação de qualificação ou defesa de mestrado ou doutorado naquele ano, uma aresta liga os nós.

Figura 1 – Exemplos de redes de coautoria para um PPG a) federal e b) privado em 2013



a) PPG Federal com poucas conexões



b) PPG Privada com muitas conexões

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dessas redes, calculam-se medidas das redes, como: (i) grau médio (G_{DEG}), (ii) densidade (G_{DEN}), (iii) menor caminho médio (G_{SPL}), e o (iv) coeficiente de agregação (G_{CC}). O grau médio é a média aritmética do grau atribuído a cada vértice da rede. O grau representa a quantidade de arestas que ele possui. A densidade é a porcentagem de arestas existentes em uma rede, em relação a todas as arestas possíveis, ou seja, em uma rede com v vértices, e e arestas, a densidade é dada por $e/(n(n+1)/2)$. O menor caminho entre dois nós da rede é a menor quantidade de arestas que ligam esses nós. O coeficiente de agregação de um nó é a porcentagem de arestas existentes entre os vizinhos desse nó, e o coeficiente de agregação médio da rede é a média de todos os nós (BOCCALETTI *et al.*, 2006).

A figura 1 contém dois exemplos de redes de coautoria reais para dois programas no ano de 2013. Os PPGs não são identificados, mas são escolhidos por representar o que acontece na colaboração interna desses programas na prática, conforme veremos nos resultados: PPGs privados têm menos nós e mais conexões que PPGs públicos.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

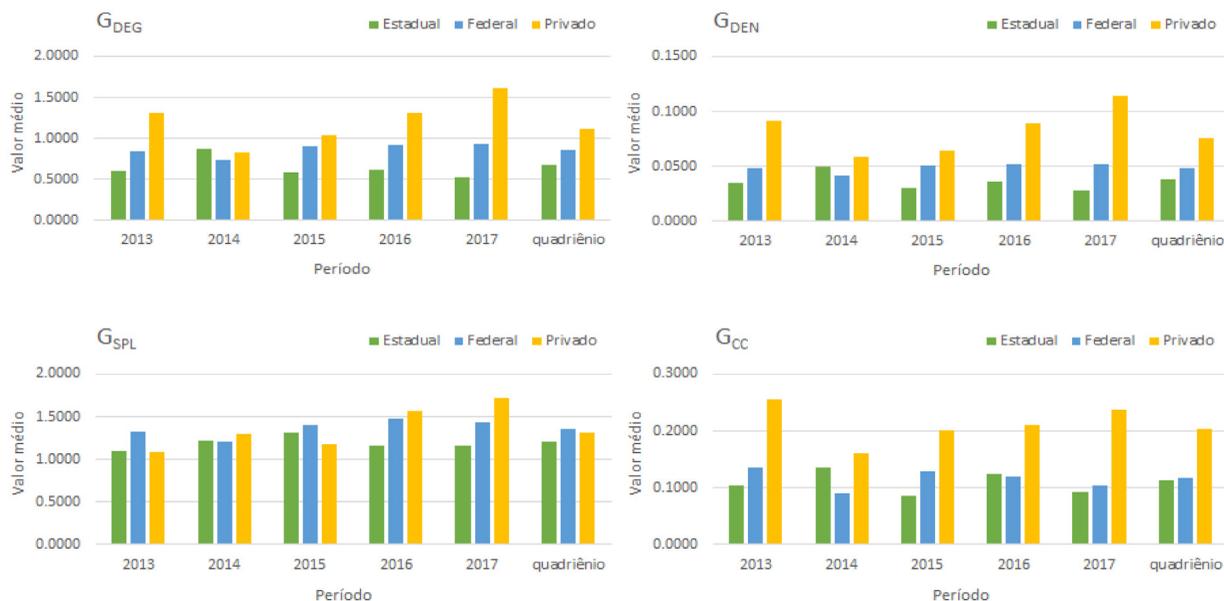
Com 54 programas sendo avaliados em 4 anos, 216 redes de coautoria e 216 redes de participação em bancas foram criadas. A partir dessas redes, os parâmetros topológicos foram calculados para cada ano, bem como a média para o quadriênio, sendo os PPGs separados pelo TGU. Sendo assim, a figura 2 contém os parâmetros topológicos da rede de coautoria para os anos quadriênio 2013-2016 e a média do quadriênio, separados pelo TGU estadual, federal e privado. O ano de 2017 foi incluído (somando outras 54 redes) para comparação do início do próximo quadriênio.

O primeiro resultado que se pode observar é a diferença de valores dos parâmetros topológicos para os TGU privado e público. Junto com os dados da tabela 1, é possível concluir que as redes de coautoria das dos PPGs privados são menores, porém mais conectadas que as redes de PPGs públicos. Outro ponto a ser observado se refere à evolução temporal dos parâmetros da rede.

Note que nos PPGs públicos, os valores têm uma menor variação ao longo dos anos. Para os PPGs privados, conforme se aproxima do fim do quadriênio, as redes de coautoria passam a ficar mais conectadas.

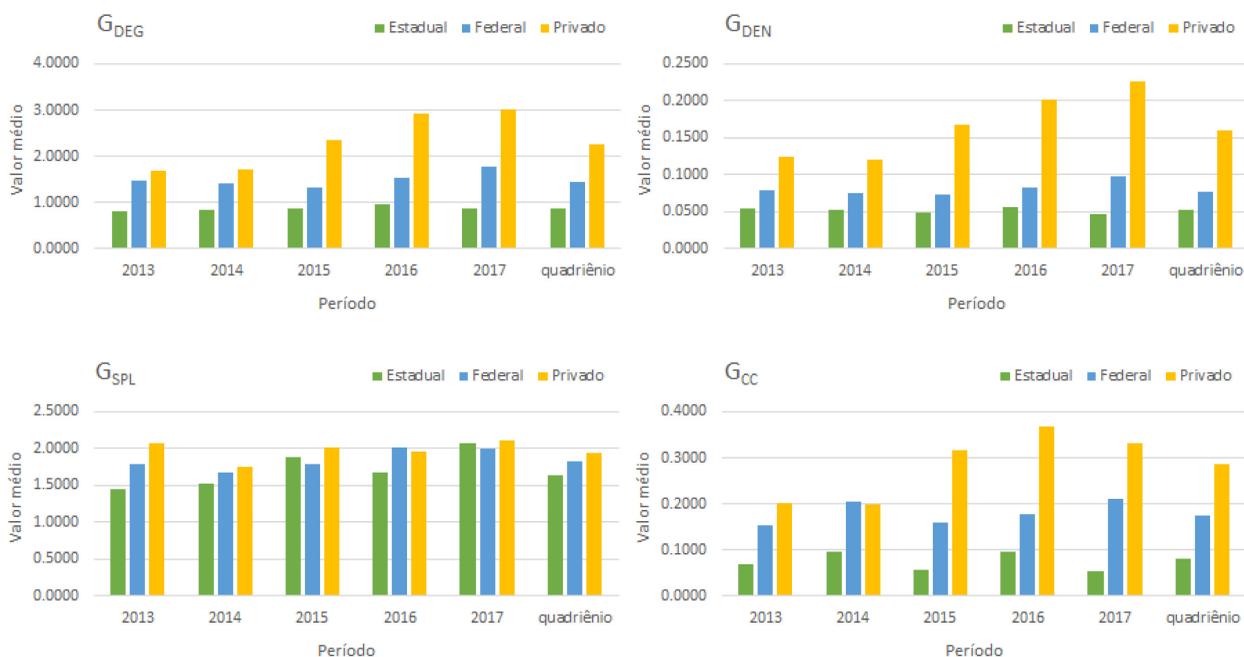
Vale ressaltar que a redes dos PPGs privados não apenas são mais densas (mais conexões), mas também têm grau médio maior (mais docentes publicam junto com outros docentes do PPG), e um coeficiente de agregação maior (as pessoas com quem um docente publica, também publicam entre si).

Figura 2 – Evolução dos parâmetros topológicos das redes de coautoria



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3 – Evolução dos parâmetros topológicos das redes de participação em bancas



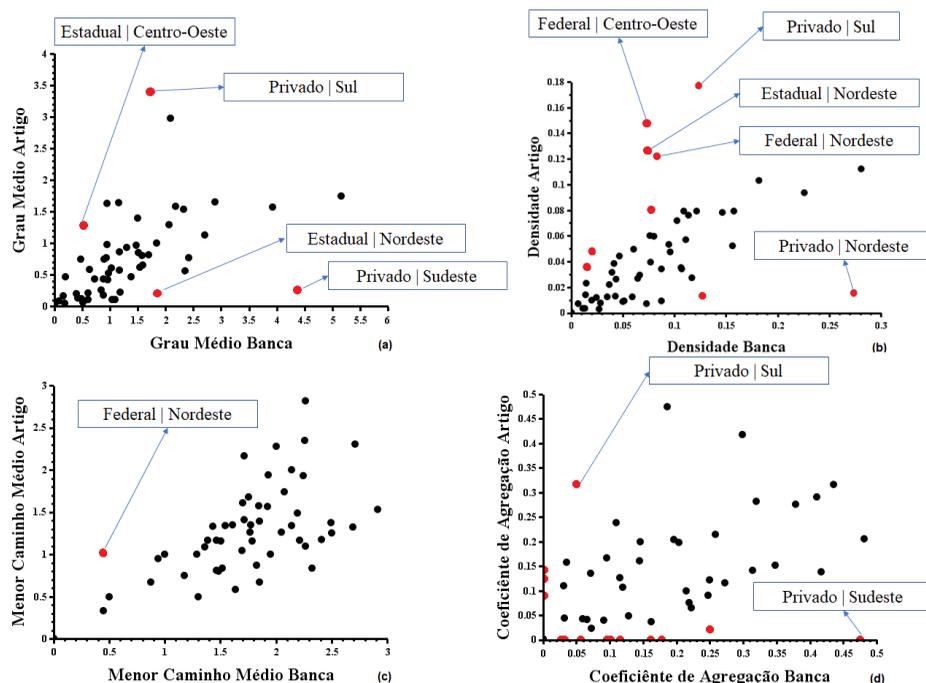
Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 3 contém os mesmos resultados para as redes de bancas de avaliação. Nota-se que as redes são ainda mais conectadas (maior densidade e coeficiente de agregação) nos PPGs privados, e se mantendo no patamar de conectividade da rede de coautoria para os PPGs privados. Ou seja, as bancas de avaliação em PPGs privados tendem a ter mais docentes internos aos programas.

Outro ponto a ser avaliado a partir dos resultados é a relação entre as redes de coautoria e as redes de banca. Se um PPG tem uma boa cooperação em coautoria de artigos, isso representa uma participação conjunta em bancas de avaliação de mestrado e doutorado? Portanto, as redes de participação em bancas são montadas da mesma maneira das redes de coautoria: uma rede por ano por PPG, totalizando 216 redes, cujos parâmetros topológicos também foram calculados para a média das redes anuais no quadriênio.

Dessa maneira, a relação entre o grau médio (G_{DEG}), densidade (G_{DEN}), menor caminho médio (G_{SPL}) e coeficiente de agregação (G_{CC}) das redes de coautoria e de participação em bancas está na Figura 4, com a dispersão dos valores. Exceto por alguns pontos extremos, em que alguns casos são identificados na figura, há uma relação de linearidade entre os parâmetros topológicos das redes de coautoria e de bancas, exceto para o coeficiente de agregação. Um ponto a se notar sobre o caso do coeficiente de agregação é a quantidade de pontos vermelhos próximos aos eixos da ordenada e abscissa, indicando alguns programas que são cooperativos em coautoria, mas não em participação de bancas, e vice-versa. Outros casos a serem citados são os PPGs com baixa densidade na rede de participação em bancas e alta densidade nas redes de coautoria, com dois PPGs federais, um estadual e um privado. A tabela 2 contém o coeficiente de correlação de Pearson para os dados apresentados na figura 1. Note que para três das quatro variáveis, a correlação encontrada é moderada.

Figura 4 – Dispersão dos PPGs de acordo com as características topológicas para as redes de bancas e de coautoria



Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar dos valores do coeficiente de Pearson baixos, é possível visualizar uma tendência de colaboração científica nos PPGs da área: aqueles que participam das bancas de avaliação têm por costume a colaboração na forma de coautoria em artigos científicos. Outra forma de avaliar esse resultado pode ser a participação em bancas, que gera uma discussão em assunto e posteriormente resulta em uma publicação científica.

Tabela 2 – Correlação das redes de coautoria e redes de banca

Coeficiente de correlação de Pearson				
Variável	G _{cc}	G _{spl}	G _{den}	G _{deg}
r	0.47	0.69	0.52	0.5
Correlação	fraca	moderada	moderada	moderada

Fonte: Elaborado pelo autor.

CONCLUSÕES

A colaboração científica aumenta a produtividade acadêmica (NEWMAN, 2003). Neste trabalho, buscou-se explorar como pesquisadores pertencentes ao mesmo programa de pós-graduação colaboram entre si, sendo que duas formas de colaboração foram consideradas: coautoria de artigos científicos e participação em bancas de avaliação de mestrado e doutorado. A partir desses pontos, formalizou-se as redes de colaboração com docentes permanentes dos PPGs da área Interdisciplinar da CAPES, subárea de Engenharia, Tecnologia e Gestão no quadriênio 2013-2016.

Com as redes prontas, os principais parâmetros topológicos de redes complexas (grau médio, densidade, coeficiente de agregação e menor caminho médio) (BOCCALETTI *et al.*, 2006) foram calculados e analisados. De maneira sucinta, pode-se dizer que, no período avaliado, os programas privados têm mais colaboração entre docentes de um mesmo PPG, e PPGs públicos não parecem promover a cooperação acadêmica interna.

Isso pode acontecer por dois motivos: cultura local do PPG ou fluxo de trabalho, sendo que o trabalho apresentado pelos alunos em bancas de avaliação pode levar a trabalhos publicados no futuro, com participação de membros da banca ampliando a rede de colaboração científica. Além disso, se um PPG tem docentes que colaboram entre si em um tipo de produção, também colaboram em outro tipo, como o caso avaliado aqui com a coautoria científica e participação em bancas de mestrado e doutorado.

Um ponto importante do trabalho foi o fluxo de coleta, tratamento e análise dos dados. Uma plataforma foi desenvolvida para ajudar na criação da base de dados usadas nesse trabalho, e essa plataforma pode ser usada para outros períodos, programas e áreas do conhecimento. Além disso, outros tipos de colaboração científica podem ser abordados, como participação em patentes, ou projetos de extensão universitária, por exemplo. Os dados obtidos e a ferramenta desenvolvida ficarão disponíveis para a comunidade acadêmica via solicitação de envio aos autores.

As redes encontradas tem medidas parecidas com outros estudos da área. O coeficiente de agregação no intervalo também foi encontrado na análise da rede de colaboração científica do Instituto Italiano de Tecnologia (DI BELLA; GANDULLIA; PRETI, 2021). Além disso, ao avaliar o banco de dados bibliográfico de Ciência da Computação (<https://dblp.org/>), para o período de 1936 a 2013, verificou-se que a cooperação acadêmica vem aumentando ao longo das décadas, e isso foi afirmado a partir de parâmetros topológicos das redes, como o coeficiente de agregação e o grau médio (MADAAN; JOLAD, 2014). Na verdade, em 2001, Mark Newman já previa que o coeficiente de agregação das redes de colaboração científica deve aumentar nos próximos anos exatamente pelo fato da importância crescente da colaboração entre pesquisadores, o que leva a redes mais conectadas (NEWMAN, 2001a). Pode-se esperar que haja um reflexo disso nas redes de bancas de avaliação.

O trabalho pode ser expandido em diferentes direções. A primeira seria abordar mais áreas do conhecimento para que fosse possível entender a cultura de colaboração em cada área. Por exemplo, na área interdisciplinar, a colaboração interna é relevante (CAPES, 2019a) e gera pontos na avaliação quadrienal, o que não acontece em outras áreas como a Engenharias III (CAPES, 2019b). Entender as diferenças entre as regiões do Brasil (MENA-CHALCO *et al.*, 2014; SIDONE; HADDAD; MENA-CHALCO, 2016), e detalhar mais PPGs públicos em diferentes áreas do conhecimento para apontar as características do programa e promover a colaboração científica, são outras direções em que o trabalho pode ser expandido (AUTRAN *et al.*, 2015; AMARAL *et al.*, 2016).

AGRADECIMENTOS

PHTS é apoiado pelos subsídios #307194/2019-1 e #402874/2016-1 do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pelo subsídio #2017/12671-8, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). SMS é apoiado como bolsista pela FAPESP, protocolo 2019/25837-7.

REFERÊNCIAS

ALDIERI, L.; KOTSEMI, M.; VINCI, C. P. The impact of research collaboration on academic performance: An empirical analysis for some European countries. *Socio-economic Planning Sciences*, v. 62, p. 13-30, 2018.

AMARAL, R. M. *et al.* Panorama da inteligência competitiva no Brasil: os pesquisadores e a produção científica na plataforma Lattes. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 21, n. 4, p. 97-120, 2016.

AUTRAN, M. M. M. *et al.* Perfil de produção acadêmica dos programas brasileiros de pós-graduação em Ciência da Informação 2008-2012. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 20, n. 4, 2015.

BARABÁSI, A. L. *et al.* Evolution of the social network of scientific collaborations. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 311, n. 3-4, p. 590-614, 2002.

BEAVER, D. D.; ROSEN, R. Studies in scientific collaboration Part I: The professional origins of scientific co-authorship. *Scientometrics*, v. 1, p. 65-84, 1978.

BOCCALETTI, S. *et al.* Complex networks: Structure and dynamics. *Physics Reports*, v. 424, n. 4-5, p. 175-308, 2006.

CAPES. Portaria n. 59, de 22 de março de 2017. Estabelece Regulamento para a Avaliação Quadrienal 2017, 2017. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/27032017-PORTARIA-N-59-DE-22-DE-MARCO-DE-2017.pdf>. Acesso em: 5 out. 2019.

CAPES. Avaliação Quadrienal – Interdisciplinar, 2019a. Disponível em: <http://capes.gov.br/avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao/76-dav/caa4/4674-interdisciplinar>. Acesso em: 5 out. 2019.

CAPES. Avaliação Quadrienal - Engenharia III. 2019b. Disponível em: <http://capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/relatorios-finais-quadrienal-2017/20122017-ENGENHARIAS-III-quadrienal.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.

DI BELLA, E.; GANDULLIA, L.; PRETI, S. Analysis of scientific collaboration network of Italian Institute of Technology. *Scientometrics*, v. 126, p. 8517-8539, 2021.

GUARIDO FILHO, E. R.; MACHADO DA SILVA, C. L.; ROSSONI, L. The social and intellectual dimensions in the construction of scientific knowledge: the institutional theory in organization studies in Brazil. *Brazilian Administration Review*, v. 7, n. 2, p. 136-154, 2010.

HADDAD, E. A; MENA-CHALCO, J. P.; SIDONE, O. J. G. Produção científica e redes de colaboração dos docentes vinculados aos programas de pós-graduação em Economia no Brasil. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 617-679, 2017.

MADAAN, G.; JOLAD, S. Evolution of scientific collaboration networks. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIG DATA (BIG DATA), Washington, DC, USA. *Proceedings [...]*. Washington, DC: IEEE, 2014. pp. 7-13. DOI 10.1109/bigdata.2014.7004346.

MENA-CHALCO, J. P. *et al.* Brazilian bibliometric coauthorship networks. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, v. 65, p. 1424-1445, 2014.

NEWMAN, M. E. J. Scientific collaboration networks. I. Network construction and fundamental results. *Physical Review E*, v. 64, p. 016131, 2001a.

NEWMAN, M. E. J. Scientific collaboration networks. II. Shortest paths, weighted networks, and centrality. *Physical Review E*, v. 64, p. 016132, 2001b.

NEWMAN, M. E. J. The Structure and Function of Complex Networks. *SIAM Review*, v. 45, n. 2, p. 167-568, 2003.

PEREZ-CERVANTES, E. *et al.* Using Link Prediction to Estimate the Collaborative Influence of Researchers. *In: IEEE 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON E-SCIENCE*, 2013, Beijing. *Proceedings online* [...]. Beijing: IEEE Computer Society, 2013. p. 293-300.

RIBEIRO, R. C.; MAGALHÃES, A. M. Política de responsabilidade social na universidade: conceitos e desafios. *Educação, Sociedade & Culturas*, n. 42, p. 133-156, 2014.

SIDONE, O. J. G.; HADDAD, E. A.; MENA-CHALCO, J. P. A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica. *Transinformação*, v. 28, n. 1, p. 15-31, 2016.

SOARES, S. M.; SCHIMIT, P. H. T. A co-authorship network analysis of research from graduate programs of the interdisciplinary area in Brazil. *In: XL CILAMCE - IBERO-LATIN-AMERICAN CONGRESS ON COMPUTATIONAL METHODS IN ENGINEERING*, 40., 2019, Natal, RN, Brazil. *Proceedings* [...]. Natal, RN: ABMEC, 2019. p. 1-8.

SOUZA, C. G.; FERREIRA, M. L. A. Researchers profile, co-authorship pattern and knowledge organization in information science in Brazil. *Scientometrics*, v. 95, n. 2, p. 673-687, 2013.

XIE, Z.; LI, J.; LI, M. Exploring Cooperative Game Mechanisms of Scientific Coauthorship Networks. *Complexity*, v. 2018, 2018.

ZHANG, P. *et al.* Proactive rumor control in online network. *World Wide Web*, v. 22, p. 1799-1818, 2019.

ANEXO A – Lista dos programas observados

SIGLA	PROGRAMA	COD_PPG	MODAL	GRAU
CEFET-MG	MODELAGEM MATEMÁTICA E COMPUTACIONAL	32020015002P0	ACADEMICO	M/D
CIMATEC	GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL - GETEC	28023013065P0	ACADEMICO	D
CIMATEC	MODELAGEM COMPUTACIONAL E TECNOLOGIA INDUSTRIAL	28023013002P8	ACADEMICO	M/D
FUFSE	CIÊNCIA DA PROPRIEDADE INTELECTUAL	27001016045P0	ACADEMICO	M/D
FUMEC	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E GESTÃO DO CONHECIMENTO	32053010006P0	ACADEMICO	D
FURG	MODELAGEM COMPUTACIONAL	42004012014P9	ACADEMICO	M/D
IETEC	ENGENHARIA E GESTÃO DE PROCESSOS E SISTEMAS	31115004001P3	ACADEMICO	M
IFCE	ENERGIAS RENOVÁVEIS	22008012005P9	ACADEMICO	M
IME	ENGENHARIA DE DEFESA	31007015011P8	ACADEMICO	M/D
INPE	COMPUTAÇÃO APLICADA	33010013002P1	ACADEMICO	M/D
INPI	PROPRIEDADE INTELECTUAL E INOVAÇÃO	31068014002P6	ACADEMICO	D
LNCC	MODELAGEM COMPUTACIONAL	31036015001P1	ACADEMICO	M/D
PUC-SP	TECNOLOGIAS DA INTELIGÊNCIA E DESIGN DIGITAL	33005010032P1	ACADEMICO	M/D
UECE	CIÊNCIAS FÍSICAS APLICADAS	22003010014P6	ACADEMICO	M
UEFS	COMPUTAÇÃO APLICADA	28002016019P8	ACADEMICO	M
UEM	BIOENERGIA - UEL - UEM - UEPG - UNICENTRO - UNIOESTE - UFPR	40002012041P8	ACADEMICO	M
UEM-IFPR	SUSTENTABILIDADE	40004015074P6	ACADEMICO	M
UENF	CIÊNCIAS NATURAIS	31033016013P0	ACADEMICO	M/D
UEPG	COMPUTAÇÃO APLICADA	40005011013P3	ACADEMICO	M
UERJ	CIÊNCIAS COMPUTACIONAIS	31004016053P3	ACADEMICO	M
UERJ	MODELAGEM COMPUTACIONAL	31004016021P4	ACADEMICO	M/D
UESC	MODELAGEM COMPUTACIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA	28007018016P0	ACADEMICO	M
UFABC	ENERGIA	33144010005P2	ACADEMICO	M/D
UFABC	ENGENHARIA E GESTÃO DA INOVAÇÃO	33144010022P4	ACADEMICO	M
UFABC	NANOCIÊNCIAS E MATERIAIS AVANÇADOS	33144010006P9	ACADEMICO	M/D
UFAL	MODELAGEM COMPUTACIONAL DE CONHECIMENTO	26001012017P3	ACADEMICO	M
UFBA	ENERGIA E AMBIENTE	28001010053P9	ACADEMICO	D
UFC	MODELAGEM E MÉTODOS QUANTITATIVOS	22001018087P0	ACADEMICO	M
UFES	ENERGIA	30001013047P1	ACADEMICO	M
UFF	MODELAGEM COMPUTACIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA	31003010072P5	ACADEMICO	M
UFF	SISTEMAS DE GESTÃO SUSTENTÁVEIS	31003010097P8	ACADEMICO	D
UFG	MODELAGEM E OTIMIZAÇÃO	52001016067P4	ACADEMICO	M
UFGD	CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	51005018006P8	ACADEMICO	M/D
UFJF	MODELAGEM COMPUTACIONAL	32005016017P6	ACADEMICO	M/D

ANEXO A – Lista dos programas observados

SIGLA	PROGRAMA	COD_PPG	MODAL	GRAU
UFN	NANOCIÊNCIAS	42039010002P8	ACADEMICO	M/D
UFPB-JP	MODELAGEM MATEMÁTICA E COMPUTACIONAL	24001015071P2	ACADEMICO	M
UFPB-JP	MODELOS DE DECISÃO E SAÚDE	24001015055P7	ACADEMICO	M/D
UFPEL	MODELAGEM MATEMÁTICA	42003016051P5	ACADEMICO	M
UFPR	GESTÃO DA INFORMAÇÃO	40001016058P1	ACADEMICO	M/D
UFRRJ	MODELAGEM MATEMÁTICA E COMPUTACIONAL	31002013028P6	ACADEMICO	M
UFSC	ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO	41001010055P9	ACADEMICO	M/D
UFSC	TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO	41001010087P8	ACADEMICO	M
UFSJ	TECNOLOGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	32018010010P2	ACADEMICO	M
UFSM	EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA	42002010158P1	ACADEMICO	M
UNB	NANOCIÊNCIA E NANOBIOTECNOLOGIA	53001010096P0	ACADEMICO	M/D
UNB	TECNOLOGIAS QUÍMICA E BIOLÓGICA	53001010097P7	ACADEMICO	M/D
UNESP-BAURU	MÍDIA E TECNOLOGIA	33004056092P6	ACADEMICO	D
UNICAMP	PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS	33003017049P5	ACADEMICO	M/D
UNICAMP-LI	TECNOLOGIA	33003025001P8	ACADEMICO	M/D
UNICESUMAR	GESTÃO DO CONHECIMENTO NAS ORGANIZAÇÕES	40030016003P1	ACADEMICO	M
UNIJUÍ	MODELAGEM MATEMÁTICA	42024013001P8	ACADEMICO	M/D
UNINOVE	INFORMÁTICA E GESTÃO DO CONHECIMENTO	33092010016P3	ACADEMICO	M/D
UNIPAMPA	COMPUTAÇÃO APLICADA	42046017013P2	ACADEMICO	M
USP	ENERGIA	33002010149P3	ACADEMICO	M/D
USP	MODELAGEM DE SISTEMAS COMPLEXOS	33002010211P0	ACADEMICO	M
USP-ESALQ	BIOENERGIA USP, UNICAMP E UNESP	33002037024P7	ACADEMICO	D
UTFPR	TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS PARA O AGRONEGÓCIO	40006018034P7	ACADEMICO	M