

Estado da publicação: Não informado pelo autor submissor

# Mapeando redes de co-autoria na comunidade acadêmica de artes em Minas Gerais

Lucia Werneck, Thiago Pinto, Angelo Loula, Joao Queiroz

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.6258>

Submetido em: 2023-06-16

Postado em: 2023-06-26 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

A moderação deste preprint recebeu o endosso de:

Jesús P. Mena-Chalco (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7509-5532>)

# Mapeando Redes de Co-autoria na Comunidade Acadêmica de Artes em Minas Gerais

Lucia Werneck <sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-8618-8993>

Thiago Sena <sup>2</sup>

<https://orcid.org/0009-0007-9379-4864>

Angelo Loula <sup>2</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-7802-1731>

João Queiroz <sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-6978-4446>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, Brasil

## RESUMO

Comunidades de pesquisa (tecnológicas, científicas, artísticas, filosóficas) podem ser definidas como grupos socialmente alinhados, cuja coesão apoia-se em artefatos e tecnologias de auto-reconhecimento e memória coletiva. Alguns dos mecanismos mais importantes de coesão dependem de diversos tipos de vinculação colaborativa, que acumulam-se temporalmente, entre agentes, e incluem processos e protocolos de publicação em co-autoria. O interesse pelo fenômeno colaborativo é crescente por motivos óbvios – a colaboração melhora (quantitativa e qualitativamente) a pesquisa no interior de uma comunidade, que deve reconhecer-se, a si-mesma, como um grupo, com certa coesão, empenhado na obtenção de resultados de “intencionalidades compartilhadas” entre seus agentes. Analisamos, por meio da análise de redes, a arquitetura e a dinâmica da colaboração multi-autoral da comunidade de pesquisadores em Artes, baseados na produção de artigos publicados entre 2000 e 2020, indexados na Web of Science, SciELO, Scopus. É, comparativamente, reduzido o número de periódicos, artigos e pesquisadores em Linguística, Letras e Artes (LLA). De um total de 260.663 doutores, e 2.487.827 artigos, das oito grandes áreas (CNPq), apenas 16.241 doutores e 105.592 artigos são de LLA, representando 6,23% do total de pesquisadores, entre 1998 e 2016 (Mugnaini *et al.*, 2019). Nessa área (LLA), 68,07% dos artigos foram realizados por um único autor, sendo a média das grandes áreas de 35,85%. O percentual de colaboração entre pesquisadores de Ciências Agrárias e Ciências Biológicas é de aproximadamente 60%, enquanto entre pesquisadores de LLA é de aproximadamente 10%. O principal grupo amostral dessa pesquisa são docentes vinculados, em 2022, a Programas de Pós-Graduação de Artes, em Minas Gerais. Os dados foram obtidos através das plataformas Sucupira e Lattes. Para compreendermos a dinâmica, e a arquitetura da comunidade, modelamos as colaborações através de grafos temporais, e de diversas propriedades de redes (densidade, conectividade, centralidade de intermediação). Trata-se do primeiro estudo sistemático a abordar o fenômeno da colaboração multi-autoral da área de Linguística, Letras e Artes, através de análise de redes, para examinar sua transformação ao longo do tempo.

**Palavras-chave:** co-autoria, colaboração, artes, análise de redes, grafos temporais

## Mapping the Dynamics of Co-Authorship Networks in the Academic Community of the Arts in Brazil

### ABSTRACT

Research communities (technological, scientific, artistic, philosophical) could be defined as socially aligned groups whose cohesion is supported by artifacts and technologies of self recognition and collective memory. Some of the most important mechanisms of cohesion depend on several types of collaborative bonds, which accumulate temporally between agents, and they include processes and protocols of coauthorship and publication. The interest in the collaborative phenomenon has been increasing for obvious reasons – collaboration, both quantitatively and qualitatively, improves research within a community. The community should recognize themselves as a group with a certain cohesion, committed to achieving results of 'shared intentionality' among the agents. We have analyzed the architecture and dynamics of multi-author collaboration in the research community of arts, using several network analysis metrics, based on paper production published between 2000 and 2020 and indexed on Web of Science, SciELO and Scopus. The number of journals, articles, and researchers in the Brazilian field of study known as 'Linguistics, Letters, and Arts' (LLA) is comparatively low. Out of a total of 260,663 doctors and 2,487,827 articles in the eight major fields of knowledge institutionalized in Brazil (CNPq), only 16,241 doctors and 105,592 articles are in LLA, representing 6.23% of the total researchers between 1998 and 2016 (Mugnaini et al., 2019). In the LLA field, 68.07% of articles were written by a single author, compared to a mean of 35.85% in other fields. The percentage of collaboration among researchers in Agrarian Science and Biological Science is approximately 60%, while in LLA, it is only around 10% (Mena-Chalco et al., 2014: 1433). The main sample group of this research comprises professors who have institutional ties to post-graduate programs, in 2022 in the arts in the state of Minas Gerais. Data were obtained through the Sucupira and Lattes platforms. To understand the dynamics and architecture of the community, we have modeled collaborations using temporal graphs and analyzed various network properties (density, connectivity, and betweenness centrality). This is the first systematic study to focus on the phenomenon of multi-author collaboration in the areas of linguistics, literature, and the arts in Brazil, using network analysis to examine dynamic transformations over time.

**Keywords:** academic collaboration, coauthorship, arts, network analysis, temporal graph

### Introdução

Comunidades de pesquisa (tecnológica, científica, artística, filosófica) podem ser definidas como “grupos socialmente alinhados” (cf. Pietraszewski, 2022; Moffett, 2022), cuja coesão é apoiada por artefatos e tecnologias de auto-reconhecimento e “memória coletiva” (Pollak, 1992; Halbwachs, 1992). Alguns dos mecanismos mais importantes de coesão dependem de diversos tipos de vinculação colaborativa, que acumulam-se temporalmente, entre agentes, e incluem processos e protocolos de publicação em co-autoria, em revistas e jornais especializados. O interesse por processos colaborativos, em muitas áreas, é crescente, por motivos óbvios. Tem sido sugerido que a colaboração é um fator causal cujo propósito é melhorar ou incrementar (quantitativa e qualitativamente) a ação da pesquisa acadêmica no interior de uma comunidade (Abramo *et al.*, 2019; Freeman *et al.*, 2014), que deve reconhecer-se, a si-mesma, como um grupo, com uma certa coesão, empenhado na obtenção de algo que resulta de uma “intencionalidade compartilhada” por seus agentes (Zlatev, 2018; Lyre, 2018; McClung *et al.*, 2017; Tomasello, 2009). Uma investigação sobre co-autoria entre

agentes de uma comunidade, e a visualização de variações temporais na rede de conexões estabelecida entre os agentes, permitem uma descrição mais pormenorizada dos fatores que influenciam “como” a comunidade colabora, e os mecanismos que garantem coesão, e que aumentam (ou diminuem) densidade de conexão entre seus agentes.

Sobre a produção acadêmica em Artes, no Brasil, são poucas as investigações sobre as estruturas e as dinâmicas de colaboração, através de análises estatísticas e propriedades de redes, que são nossos principais propósitos aqui. Há alguns trabalhos sobre a grande área de Linguística, Letras e Artes (LLA), entre as oito grandes áreas da CAPES/CNPq.<sup>1</sup> Sabemos que é, comparativamente, reduzido o número de periódicos, artigos e pesquisadores em LLA (Mugnaini *et al.*, 2019; Dias *et al.*, 2019; Mena-Chalco *et al.*, 2014). Dos 260.663 doutores, e 2.487.827 artigos das oito grandes áreas, apenas 16.241 doutores e 105.592 artigos são de LLA, ou 6,23% do total de pesquisadores, no período entre 1998 e 2016 (Mugnaini *et al.*, 2019). Neste domínio (LLA), 68,07% dos artigos foram realizados por um único autor, sendo a média das grandes áreas de 35,85% (Dias *et al.*, 2019).<sup>2</sup> O percentual de colaboração entre pesquisadores de Ciências Agrárias e Ciências Biológicas é de aproximadamente 60%, enquanto entre pesquisadores de LLA é de aproximadamente 10% (Mena-Chalco *et al.*, 2014:1433).

Nosso principal propósito aqui é analisar propriedades estruturais, e dinâmicas, da colaboração em publicações coautorais observadas na comunidade de Artes em MG, entre 2000 e 2020.<sup>3</sup> Nossa metodologia baseia-se em análise de redes e teoria de grafos, e uma das mais importantes ferramentas utilizadas nessa classe de análises, o software Gephi. Tal modalidade de análise, sobre processos colaborativos baseados em publicações coautorais, já são bem conhecidas, e muito familiares, em muitas áreas. Podemos mencionar os trabalhos de Tomassini *et al.* (2021), Si (2022), Börner *et al.* (2005) em ciências empíricas, e Brey (2021), Diniz e Shhøllhammer (2021) em Humanidades, fora do país. Esta metodologia, entretanto, ainda não produziu resultados relevantes em Artes, ou em Humanidades, no Brasil.

### ***Colaboração Acadêmica: uma abordagem baseada em análise de redes (network analysis)***

Uma rede é um "catálogo de componentes de um sistema", chamados de nós, ou vértices, e interações diretas entre eles, chamadas links, ou arestas (Barabási, 2016).<sup>4</sup> As representações de redes<sup>5</sup> oferecem uma linguagem comum para análise de diferentes sistemas (biológicos, sociais, tecnológicos-informacionais). Em análises de redes sociais, um vértice representa um agente, grupo ou comunidade, e uma aresta algum tipo de relação, ou conexão, entre os agentes, grupos ou comunidades. Em análises de redes de colaboração acadêmica, os vértices usualmente representam pesquisadores, conectados por arestas, que podem representar algum tipo de colaboração – publicações em co-autoria, produções bibliográficas, técnicas e artísticas; desenvolvimento de processos e produtos inovadores e de patentes. (Figura 1).

---

<sup>1</sup> As oito grandes áreas CAPES/CNPQ são Ciências Exatas e da Terra, Ciências Biológicas, Engenharias, Ciências da Saúde, Ciências Agrárias, Ciências Sociais Aplicadas, Ciências Humanas, Linguística, Letras e Artes.

<sup>2</sup> A pesquisa analisou 5,38% dos 223.477 currículos, de pesquisadores que concentravam 74,51% da produção de artigos publicados em periódicos.

<sup>3</sup> Esse é um projeto facilmente escalável, e deve estender-se brevemente para outras regiões do país, e para outras grandes áreas.

<sup>4</sup> [networksciencebook.com](http://networksciencebook.com) / <http://networksciencebook.com/chapter/2#networks-graphs>

<sup>5</sup> Na terminologia matemática, as redes, chamadas de grafos, são formadas por arestas (conexões) e vértices (nós).

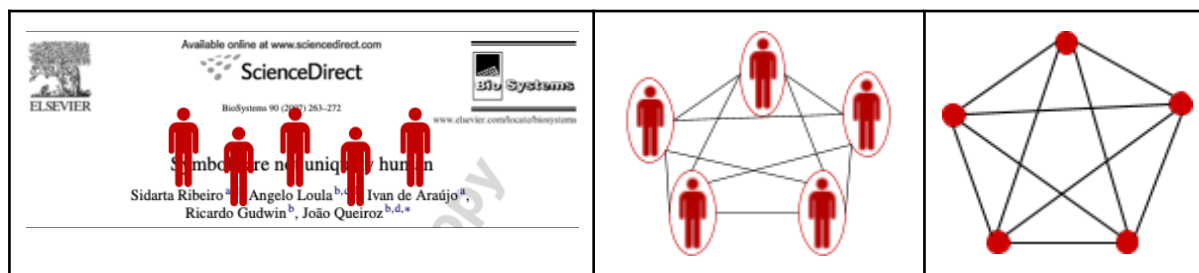


Figura 1: Rede de uma colaboração co-autoral entre 5 pesquisadores, ou co-autores, de um artigo acadêmico.

Estruturas de redes podem variar em escopo, aparência e distribuição. A interpretação sobre a estrutura de uma rede, especialmente suas características topológicas, auxiliam na compreensão de seu funcionamento. A relação entre a estrutura e o funcionamento de uma rede pode ser observada, por exemplo, quando redes com muitos subgrafos representam fenômenos fragmentários, ou quando redes com muitas arestas representam fenômenos com alta densidade de conectividade, e quando subgrafos centralizados em um pesquisador ou subgrafos distribuídos apresentam diferentes padrões de organização social.

A noção de coesão, relacionada a um grupo social, e baseada em análise de redes, sugere que grupos coesos devem apresentar conectividade (*connectedness*) (Moody; White, 2003). Alguns conceitos elementares são importantes aqui. Podemos dizer que uma comunidade é conectada se cada nó na rede pode ser alcançado por todos os outros através de algum caminho da rede (Newman, 2018). Em outras palavras, deve haver um caminho através do qual é possível, a partir de um nó, chegar a qualquer outro nó no grafo. Uma definição operacional de conectividade, baseada em uma metodologia bem consolidada (*network analysis*), relaciona-se à “taxa de integração” de uma determinada comunidade (Porter *et al.*, 2007).

### ***Grupo Amostral – Programas de Pós-Graduação (PPGs) de Artes/Música***

Vemos, na tabela abaixo (Tabela 1), as Instituições de Ensino Superior (IES) que oferecem cursos de pós-graduação *stricto sensu* em Artes no estado de Minas Gerais — os Programas de Pós-Graduação (PPGs) oferecidos na área de Artes/Música, e o número de docentes vinculados aos programas. Os dados dos PPGs em Artes e dos respectivos docentes foram obtidos na plataforma Sucupira<sup>6</sup> da CAPES, no ano de 2022.

Tabela 1 – Vínculo institucional de docentes por PPG e Instituição de Ensino Superior.

<sup>6</sup> [sucupira.capes.gov.br](http://sucupira.capes.gov.br)

<b>IES</b>	<b>PPG</b>	<b>docentes</b>
UFJF	Artes, Cultura e Linguagens	26
UEMG	Artes	16
	Práticas musicais	18
UFMG	Artes	49
	Música	38
UFSJ	Artes Cênicas	14
	Música	17
UFU	Artes Cênicas	20
	Música	13
	ProfArtes	27
UFOP	Artes Cênicas	15
<b>Total</b>		<b>253</b>

Fonte: Docentes vinculados aos PPGs em 2022, plataforma Sucupira.

Em consulta inicial à plataforma Sucupira, para listagem de docentes vinculados a PPGs de Artes, em MG, como aparecem em 2022, foram identificados 20 docentes vinculados a mais de um PPG-Artes. Depois de obtidos os Currículos Lattes dos 233 docentes, os critérios de seleção do grupo amostral (Tabela 2) incluem docentes que tenham ao menos um artigo em co-autoria, publicado entre 2000 e 2020, e, destes, os que possuem artigo publicado em co-autoria em revistas indexadas nas bases Web of Science, Scopus, SciELO e com registro DOI. Para identificar os docentes com publicações em co-autoria, e as publicações com registro DOI, utilizamos os dados extraídos dos currículos Lattes através do script *lucyLattes*. Estes dados também auxiliaram na identificação de autores com artigos publicados com registro DOI e JCR. Para identificar os docentes com, ao menos, uma publicação em co-autoria em revistas indexadas nas bases Web of Science, Scopus, SciELO, foi realizada consulta nos currículos lattes (JCR igual ou superior a zero e com marcações de citações Scopus e SciELO).

Tabela 2 – Detalhamento da amostra da pesquisa.

<b>definição da amostra</b>	<b>docentes</b>
Docentes vinculados a, ao menos, um (1) programa PPG-Artes	253
Docentes vinculados a um (1) ou mais PPGs-Artes	233
Docentes que possuem ao menos uma (1) publicação em co-autoria	133
<b>Total de artigos publicados</b>	<b>1827</b>
Artigos publicados em coautoria	965

Fonte: Docentes vinculados aos PPGs, conforme informado em 2022, através da plataforma Sucupira, e currículo Lattes.

Também integra a amostra, 1827 artigos publicados pela comunidade, dos quais 965 foram realizados em co-autoria. Para tornar os resultados mais precisos, consideramos separadamente 4 docentes egressos de outras comunidades (neurociência, biomédica, educação física), com um número de publicações muito superior à média, prevalentemente em revistas especializadas em outras áreas. Enquanto 129 docentes publicaram 732 artigos em co-autoria (média de 5,67 artigos em co-autoria por autor), os 4 docentes egressos de outras áreas publicaram 233 artigos em co-autoria (média de 58 publicações em co-autoria

por autor). Identificada esta particularidade, a comunidade acadêmica de artes apresenta um total de 1593 publicações sendo 732 realizadas em co-autoria, destas 371 publicações em co-autoria em revistas indexadas nas bases Web of Science, Scopus, SciELO e com registro DOI. As etapas de coleta, processamento de dados, modelagem das redes e de análise dos dados são mapeadas na Figura 2 e detalhadas em seguida.

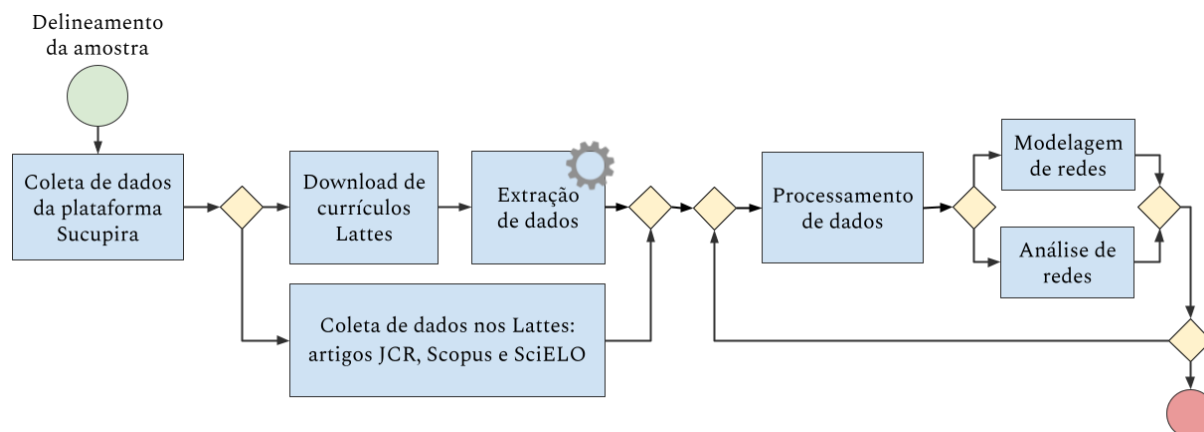


Figura 2: Mapa de processamento dos dados e de análises da pesquisa.

Detalhadamente, os protocolos incluem: (1) definição do grupo amostral; (2) coleta de dados dos PPGs reconhecidos pela CAPES na área de Artes em Minas Gerais, e docentes vinculados, em 2022, aos PPGs; (3) download dos currículos em xml da Plataforma Lattes; (4) processamento, através do script *lucyLattes*,<sup>7</sup> para extração e compilação dos dados dos currículos lattes de cada pesquisador, em tabelas;<sup>8</sup> (5) identificação, nos currículos lattes, de artigos completos em co-autoria, publicados em periódicos com JCR (igual ou superior a zero), e com marcações de citações Scopus e SciELO; (6) filtragem das publicações de 2000 a 2020, com registro DOI e JCR, a partir da tabela de dados de artigos publicados, gerada pelo script *lucyLattes*; (7) unificação dos dados de (5) e de (6); (8) seleção das publicações realizadas em co-autoria; (9) criação, para comunidade principal, da lista de arestas conectando co-autores através da comparação de similaridade de título e ano de publicações em currículos de diferentes pesquisadores, implementada por nós seguindo procedimento de Mena-Chalco & César-Júnior (2013); (10) criação, para comunidade estendida, da lista de arestas conectando co-autores com nomes processados por similaridade, através da ferramenta de busca (ctrl+F) do Google planilhas.<sup>9</sup>

Importante para a delimitação do grupo amostral, foi a identificação da diferença significativa, entre as grandes áreas, nos percentuais de colaboração, e identificado em pesquisas anteriores (Mugnaini et al, 2019; Mena-Chalco et al, 2014), especialmente o reduzido número de colaborações em Linguística, Letras e Artes.

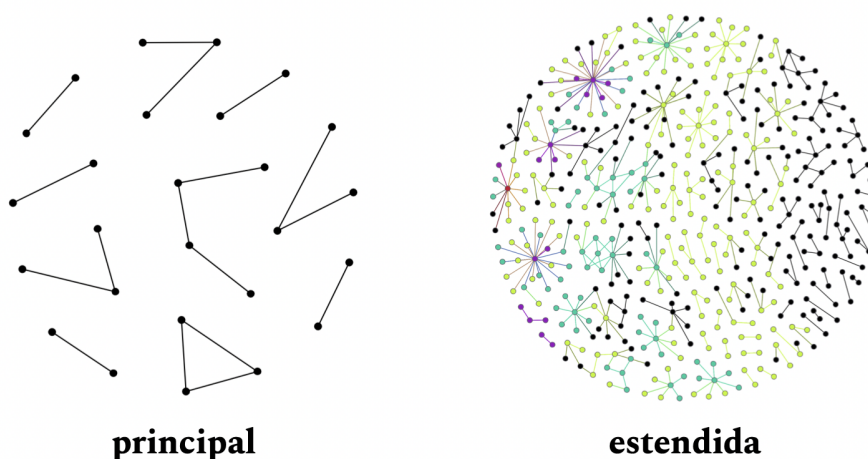
<sup>7</sup> [doi.org/10.5281/zenodo.2591748](https://doi.org/10.5281/zenodo.2591748)

<sup>8</sup> A tabela de dados, que foram extraídos de artigos completos, publicados em periódicos, informa: título, ano, D.O.I., idioma da revista, classificação Qualis e fator de impacto JCR da revista, ISSN, quantidade e ordem dos autores, nome completo e nome como citado, cidade e estado de nascimento, resumo do currículo, data de atualização e endereço do ORCID.

<sup>9</sup> Para sobrenomes homônimos, verificamos a similaridade entre as iniciais dos nomes e a recorrência de co-autoria entre os autores. Quando não identificadas as similaridades mencionadas, os co-autores com sobrenomes homônimos foram considerados separadamente. Nomes incompletos, com apenas primeiro nome preenchido, foram excluídos.

## Resultados

Modelamos, através das ferramentas LucyLattes e Gephi, duas comunidades: "comunidade principal", que é formada por colaborações no interior da comunidade (entre os docentes dos PPGs de Artes), e, "comunidade estendida", que inclui docentes de PPGs de Artes e co-autores externos<sup>10</sup> à esta comunidade (Quadro 1). Observamos que dos 129 docentes com publicações em co-autoria, somente 26 docentes de PPGs em Artes em MG colaboraram entre si (comunidade principal).



	<b>principal</b>	<b>estendida</b>
Nós	26	473
Arestas	17	881
Densidade	0.026	0.008
Grau médio	0.654	3.725

Quadro 1: As redes de co-autorias da comunidade foram obtidas baseadas nas colaborações entre docentes da comunidade (comunidade principal), e entre docentes e co-autores externos à comunidade (comunidade estendida). Nosso foco, neste trabalho, concentra-se na comunidade estendida, uma vez que é nela que observamos todas as co-autorias. As cores da rede da comunidade estendida representam períodos temporais de publicações realizadas em períodos de 5 anos, de 2000 a 2020. Na tabela observamos que dos 233 docentes dos PPGs em Artes em MG, 26 docentes apresentaram colaborações com co-autores no interior da própria comunidade. O número de arestas, a densidade e o grau médio se relacionam com a taxa de conectividade das redes.

Para avaliar a conectividade da rede principal e da rede estendida foram determinados o número de arestas,<sup>11</sup> o grau médio, e a densidade, conforme o Quadro 1. Existe uma forte relação entre densidade e grau médio de um grafo (Mena-Chalco *et al.*, 2014). Redes com densidade zero não possuem arestas, e redes com densidade igual a 1 são totalmente conectadas, todos os seus vértices são conectados a todos os outros vértices da rede (Prell *et al.*, 2016). Baseados nesta métrica (densidade), porque a densidade da comunidade está muito mais próxima de 0 do que de 1, pode-se dizer que a comunidade é mais fragmentada do que

<sup>10</sup> Para que fique mais claro ao leitor, chegamos aos co-autores externos, a partir: (i) da identificação das 371 publicações coautorais de artigos publicados em revistas indexadas na Web of Science, Scopus e SciELO, nos currículos dos docentes; (ii) da listagem com nome dos co-autores; (iii) do processamento de dados para geração da lista de arestas entre co-autores de cada publicação realizada pelos docentes da comunidade de PPGs em Artes em MG.

<sup>11</sup> Modelamos as arestas da rede conectando os docentes a seus co-autores. Ou seja, as arestas da rede foram criadas a partir dos docentes (exemplo: se docente X publicou um artigo com dois pesquisadores, Y e Z, as arestas formadas no modelo são X – Y e X – Z). Em trabalhos em desenvolvimento utilizamos outro modelo, conectando todos co-autores de cada publicação.



densa, e, portanto, mais dispersa do que coesa. (White; Harary, 2001, Moody; White, 2003, Forsyth, 2021). A densidade da comunidade principal é 3,25 vezes superior à densidade da comunidade estendida. Esta variação pode ser parcialmente explicada pelo fato dos co-autores externos terem somente arestas com docentes da comunidade principal, reduzindo o número de arestas do grafo da comunidade estendida e consequentemente sua densidade. A fragmentação da comunidade também pode ser observada considerando o tamanho de subcomunidades e sua frequência (Figura 3).<sup>12</sup>

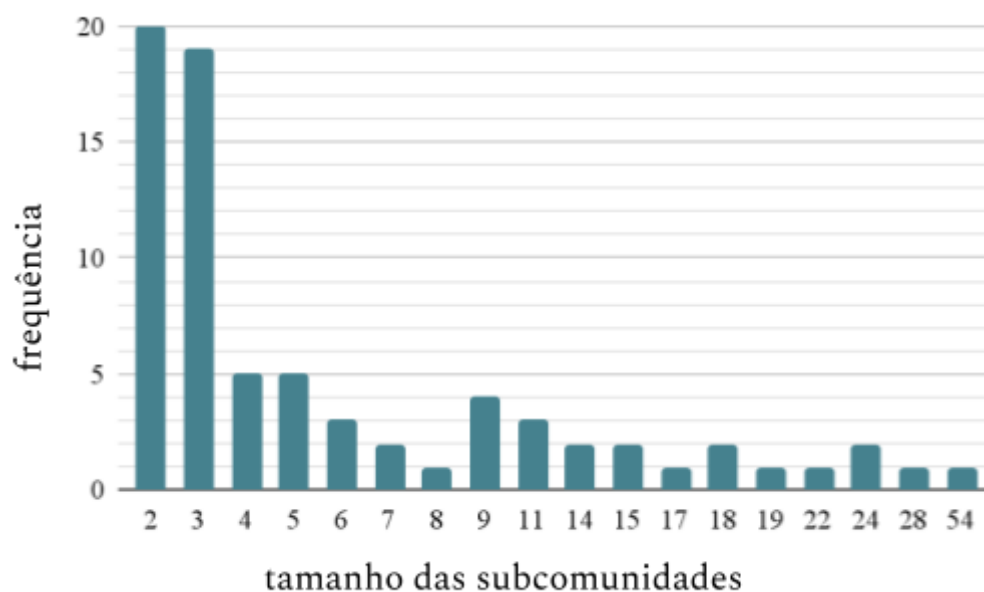


Figura 3: Soma do tamanho das subcomunidades por frequência. Ao total somam-se 531 subcomunidades.

Considerando a quantidade de artigos publicados por número de autores por artigo (Figura 4), existe uma notável preferência da comunidade estendida por autorias individuais (47% do total de artigos), e, por co-autorias entre dois (26.6%) ou três autores (7,6%).

<sup>12</sup> Há uma subcomunidade de 54 co-autores devido a um artigo de 54 co-autores, "Early human dispersals within the Americas", uma pesquisa de sequenciamento genômico, publicada na *Science*. Entendemos que esta subcomunidade é um *outlier* dado o padrão de tamanho das demais comunidades, porque gera um desvio/variação muito grande no padrão de colaboração na comunidade, e portanto foi excluída da análise de rede da comunidade de artes.

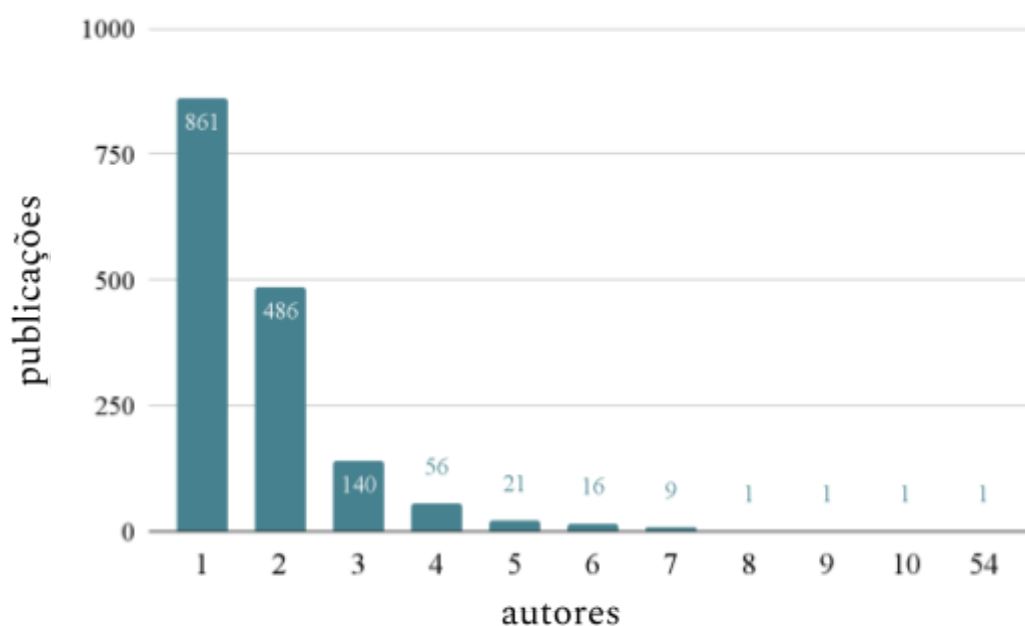


Figura 4: Frequência de publicações de 2000 a 2020 pelo número de co-autores em cada publicação.

Comparando o número de publicações co-autorais e mono-autorais, de ano a ano, notamos que, a partir de 2014, a co-autoria passa a ser mais frequente que a mono-autoria.

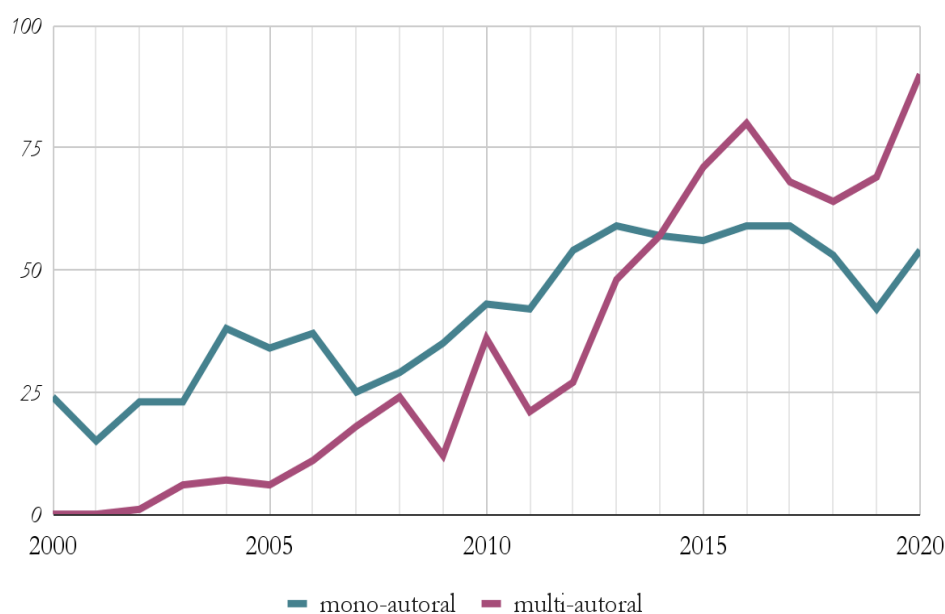


Figura 5: Comparação entre o número de publicações, em revistas indexadas, em inglês, mono-autorais e co-autorais. No eixo vertical, vemos o número de publicações.

### Centralidade

Quando abordadas estruturas de rede, algumas características cruciais estão relacionadas às propriedades de centralidade e distribuição (Baran, 1962; Van Steen & Tanenbaum, 2016). Essas propriedades também são importantes para explicar "redes de colaboração" (Figura 6).

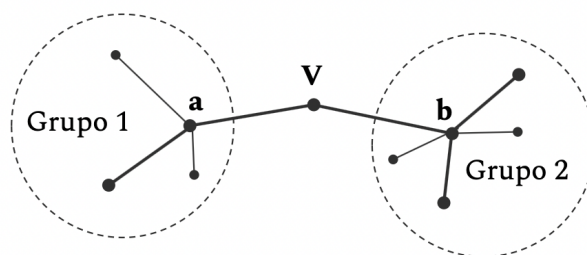


Figura 6: Grafo de centralidade de ponte, que é uma noção fundamental para interpretar “coesão estrutural”<sup>13</sup> de redes (Moody; White, 2003). Vemos uma ponte entre dois grupos, ou subgrafos, e o único caminho entre eles é o vértice V. Sem a existência desse vértice, não haveria conexão possível entre os dois grupos. Nesta representação, mesmo que o vértice V tenha um grau menor que os vértices a (grau 4), e b (grau 5), ele possui a relevante propriedade de conectar os dois grupos. Fonte: adaptado de Newman (2018: 175).

De uma forma geral, os estudos sobre centralidade concentram-se na importância que possuem determinado(s) nó(s). Tal propriedade se relaciona com a eficiência de grupos na solução de problemas, percepção de liderança e satisfação pessoal dos participantes (Freeman, 1978). Nas pesquisas sobre colaboração, três medidas são mais frequentemente utilizadas – centralidade de grau, de proximidade e de intermediação (Abbasi, 2012). O grau, ou seu equivalente, centralidade de grau, mede o número de conexões ligadas a determinado(s) nó(s), e é uma das medidas mais conhecidas. A centralidade de proximidade mede a proximidade de um determinado nó com todos os outros nós da rede (Freeman, 1978). A centralidade de intermediação (*betweenness centrality*) auxilia-nos a identificar arquiteturas distribuídas ou centralizadas (Figura 7).

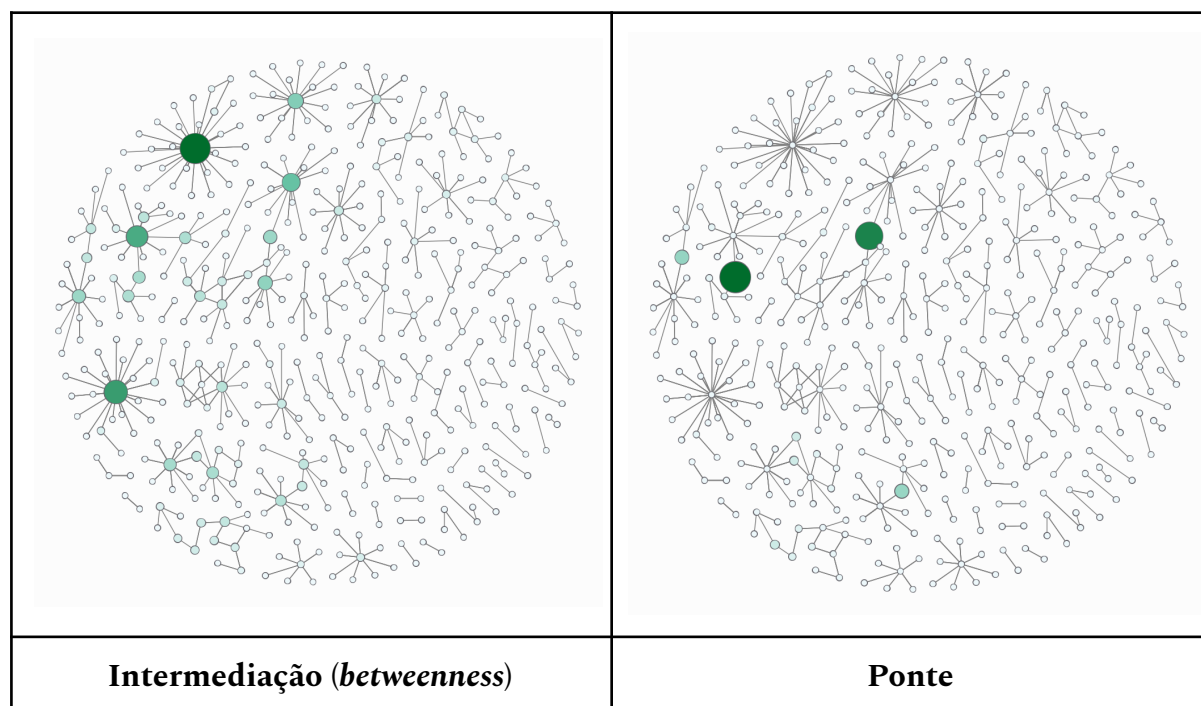


Figura 7: Centralidade de intermediação e de ponte da rede estendida. Nós maiores, e com coloração verde mais intensa, possuem maior centralidade. A centralidade de intermediação é diretamente proporcional ao grau dos

<sup>13</sup> Coesão estrutural é definida como o número mínimo de agentes que, quando removido(s) da rede, tende a desconectar o grupo (Moody; White, 2003). Os nós de ponte são, portanto, críticos.

nós e é mais frequente, ocorre em mais nós, do que os nós de ponte. Em nossas análises, pesquisadores que possuem maior número de co-autores possuem maior centralidade de intermediação. Fonte: Gephi 0.9.2.

Na centralidade de intermediação, são calculados os caminhos mais curtos (*shortest paths*) entre todos os nós, e cada nó é pontuado pela quantidade de caminhos mais curtos dos quais participa. Análises sobre a centralidade de intermediação indicam as influências que determinados atores possuem sobre um grupo ou sobre uma organização (Newman, 2018; Krackhardt, 2010). Ela permite identificar nós que desempenham papéis de conexão entre subgrupos, em uma comunidade de pesquisa, e podem sugerir potenciais vínculos interdisciplinares.<sup>14</sup> Na centralidade de ponte (*bridging centrality*), é ponderada a propriedade de ponte entre grupos de um nó, em relação aos nós vizinhos (Figura 6). Diferentes modelos de centralidade, portanto, se baseiam em diferentes atributos.<sup>15</sup> As conexões dos vértices de ponte são chamadas "laços fracos", e, diferente dos "laços fortes" (que ocorrem em redes mais densas), são as que aproximam diferentes grupos, e cuja importância se relaciona a circulação de novas informações entre grupos (Granovetter, 1973; Recuero, 2012).

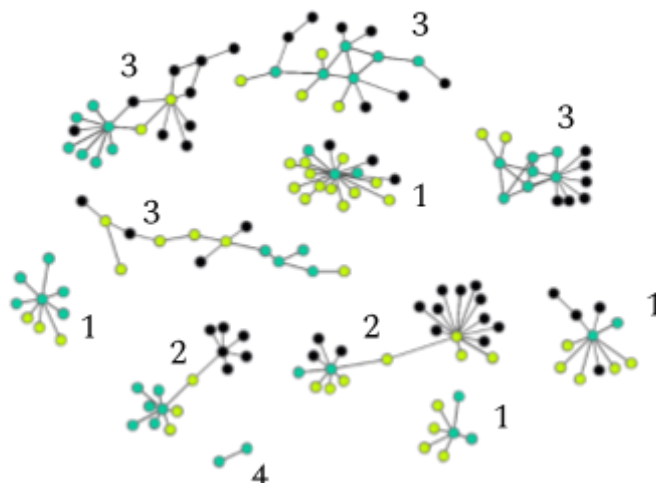
Ao analisarmos pesquisadores(as) que possuem a propriedade de centralidade de intermediação, e os que possuem a propriedade de centralidade de ponte, observamos uma diferença substancial. Pesquisadores(as) que centralizam a intermediação são majoritariamente docentes da comunidade principal e pesquisadores(as) que centralizam a conexão entre grupos (ponte) são da comunidade estendida, externos à comunidade de Artes.

Vértices de ponte desempenham um papel crucial na manutenção de trocas de informações, materiais e energia entre subcomunidades e no controle de sistemas complexos. Diferentes nós podem desempenhar papéis ou funções diferentes para controlar e manter o complexo sistema de toda a rede (Liu *et al.*, 2019). Para Valente e Fujimoto (2010), indivíduos em vértices de ponte indicam maior disposição à inovação, do que líderes, que tendem a manter o *status quo*. Considerando atributos topológicos de distribuição, e o tamanho das subcomunidades, foram identificadas quatro arquiteturas de rede – centradas em um ou dois pesquisadores, distribuídas ou isoladas (Quadro 2).

<b>Arquitetura</b>	<b>Estrutura topológica</b>	<b>2000 a 2020</b>
centralizada em 1 pesquisador	estrela	25
centralizada em 2 pesquisadores	estrelas unidas por vértice de ponte	6
descentralizada	distribuída	5
isolada	linear	39

<sup>14</sup> Devido a importância, e atualidade, com que o fenômeno da interdisciplinaridade deve ser tratado, em futuros trabalhos nos dedicaremos a uma revisão teórica cuidadosa do fenômeno quando relacionado à análise de redes, no domínio dos estudos sobre colaboração em Humanidades.

<sup>15</sup> "Centralidade de autovetor" (*eigenvector*) é outra medida muito utilizada de centralidade. Ela mede a alta centralidade de um nó quando seus vizinhos também possuem alta centralidade.



Quadro 2: Exemplos de arquiteturas de subcomunidades e de suas respectivas estruturas topológicas. As cores dos nós representam a associação entre autores e co-autores em períodos de 5 anos. Nós azuis representam coautorias que ocorreram de 2006 a 2010; nós verdes de 2011 a 2015 e nós pretos de 2016 a 2020. Na tabela são apresentadas arquiteturas da rede estendida – centralizada em um pesquisador (1); centralizada em dois pesquisadores (2); distribuída (3); isolada (4) – as suas respectivas estruturas topológicas, conhecidas em teoria de grafos, e a soma da quantidade de subconjuntos na rede estendida de 2000 a 2020.

As arquiteturas identificadas se relacionam, mais diretamente, com diferentes medidas de centralidade. A arquitetura centralizada em um pesquisador é evidente na centralidade de grau. A centralidade de proximidade, pode auxiliar-nos a identificar, visualmente, arquiteturas isoladas – "No grafo, os nós que visualmente aparecem isolados correspondem a um subconjunto de pesquisadores (geralmente formado por dois ou três pesquisadores) desconexos da maior componente conexa." (Mena-Chalco *et al.*, 2012). A centralidade de ponte se relaciona, aqui, com arquiteturas centralizadas em dois ou em mais pesquisadores.

### ***Dinâmica de Co-autoria de 2000 a 2020***

A dinâmica de formação de uma rede é representada por sua transformação temporal (Bassett; Sporns, 2017; Liu; Xia, 2015; Mena-Chalco *et al.*, 2014).<sup>16</sup> Neste modelo, que opera em "fatias de tempo agregadas da rede temporal" (Holme; Saramäki, 2012), para cada novo período no tempo, as relações de co-autoria de publicações da comunidade (aresta) e seus autores (vértices) são adicionados à rede, sendo conservada sua formação anterior. A rede estendida registra, portanto, o histórico de co-autorias no tempo. Vemos, abaixo (Figura 8), a estrutura temporal da rede de co-autoria da comunidade de Artes, de 2000 a 2020.

<sup>16</sup> Grafos temporais, grafos em evolução, grafos variantes no tempo, grafos agregados no tempo, grafos com carimbo de tempo, redes dinâmicas, grafos dinâmicos (Holme; Saramäki, 2012).

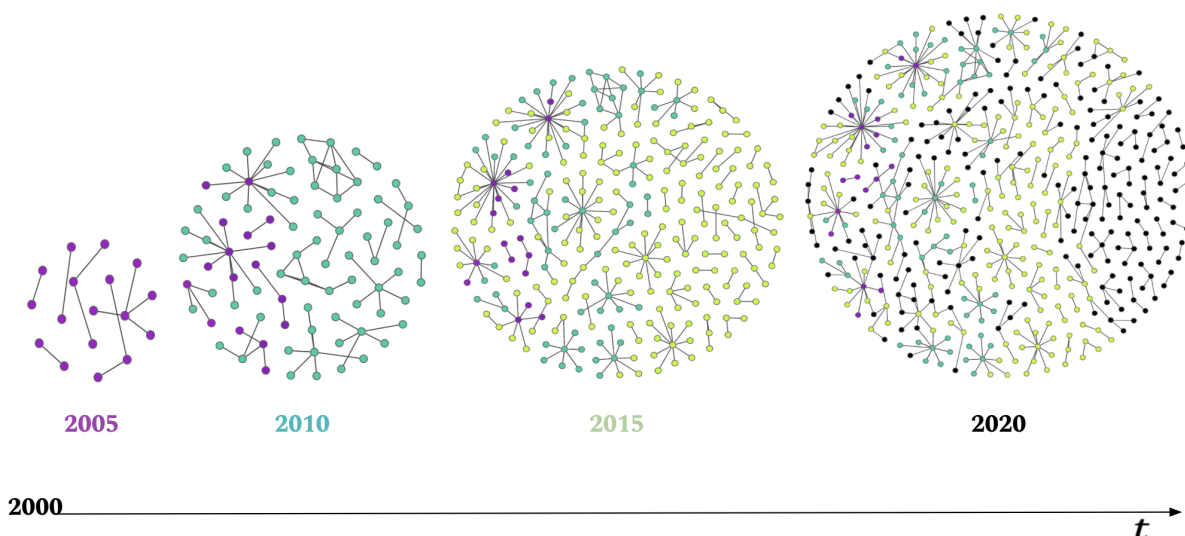


Figura 8: Transformação da rede estendida, por períodos de cinco anos. A associação entre autores e o período de suas publicações é representada através de cores: nós roxos equivalem ao período de 2000 a 2005; nós azuis de 2006 a 2010; nós verdes de 2011 a 2015 e nós pretos de 2016 a 2020. É importante mencionar que não foi objetivo da pesquisa medir a força das relações (peso das conexões).

Abaixo (Figura 9), vemos como um dos subgrafos da rede estendida se transformou no tempo.



Figura 9: Transformação temporal de um subgrafo da rede de co-autoria da comunidade acadêmica de Artes em Minas Gerais. Em roxo, vemos representados três co-autores que publicaram no período de 2000 a 2005. Em 2010, três novos co-autores (nó azul) se unem, formando um novo subgrafo. Em 2015, vemos dois subgrafos: um novo subgrafo (nó verde) formado por três co-autores, e o subgrafo de 2010 acrescido de cinco novos co-autores (nó verde). Em 2020, os dois subgrafos se unem através de um (1) pesquisador (nó preto). Este novo grafo é incrementado por novos dez pesquisadores (nó preto).

Na Tabela 5, são apresentados os atributos de cada período, o significado dos atributos em análise de redes de co-autoria e a progressão das medidas no tempo.

Tabela 5 – Estatísticas da rede estendida por período temporal, de 2000 a 2020.

atributo	significado	2005	2010	2015	2020
nós	autores	17	86	273	473
arestas	vínculos de co-autorias	61	323	687	881
publicações	publicações em co-autoria	36	101	224	371
grau médio	média de vínculos de co-autoria por autor	4,169	4,716	2,874	1,342
densidade do grafo	taxa de conectividade	0,032	0,032	0,019	0,018
subgrafos	subcomunidades	6	17	50	75
média de nós por subgrafo	número médio de pesquisadores por subcomunidade	$17/6 = 2,8$	$86/17 = 5$	$273/50 = 5,4$	$473/75 = 6,3$
vértices de ponte <sup>17</sup>	pesquisadores que, se removidos, reduzem a conectividade da rede/ aumentam o número de subgrafos	0	0	5	18

Algumas características relacionadas aos quatro períodos temporais (Tabela 5), permitem observar que: (1) há um aumento do número de subgrafos e redução da densidade e do grau médio, o que indica uma tendência da comunidade à maior fragmentação. (2) embora o tamanho da rede de co-autoria (quantidade de nós) aumente com o tempo, a taxa de expansão se reduz de período a período. De 2005 a 2010, a expansão da rede foi de 505,88%, de 2010 a 2015 de 317,44% e de 2015 a 2020 foi de 173,26%. O mesmo fenômeno ocorre com a taxa de expansão da quantidade de publicações, que aumentam com o tempo mas com uma taxa de aceleração cada vez menor (529,51%, 212,69%, 128,24% respectivamente).

### Conclusões

Embora processos colaborativos de co-autoria integrem práticas muito conhecidas, em diversas áreas, no Brasil, a maioria dos pesquisadores das grandes áreas de Ciências Humanas, Ciências Sociais Aplicadas e Linguística, Letras e Artes, ainda publicam, com muito mais frequência, isoladamente (Mugnaini *et al.*, 2019:7; Dias *et al.*, 2019:77). De outro lado, e de uma maneira geral, a co-autoria tem aumentado, em todas as áreas, nos últimos anos (Sidone *et al.*, 2016). Este também é o caso da comunidade acadêmica de Artes, de Minas Gerais, ao menos desde 2014.

Para compreender as colaborações que formam a comunidade acadêmica de pesquisa em artes, em MG, e suas arquiteturas, modelamos estruturas temporalmente dinâmicas de

<sup>17</sup> A identificação dos vértices de ponte baseia-se na visualização de nós que, se removidos, desconectam grupos de dois ou mais pesquisadores conectados entre si.

vinculações baseadas em co-autorias (publicações de artigos). Identificamos diferentes arquiteturas de colaboração, que se formaram entre 2000 e 2020, em co-autorias, e como essas estruturas se transformaram no tempo. Representamos a dinâmica de formação de relações de colaboração da comunidade com cores distintas, para quatro períodos temporais. Comunidades formam-se através de subcomunidades, representadas por subgrafos. Elas possuem arquiteturas distintas, centralizadas em um pesquisador, em dois pesquisadores, e em redes distribuídas. Diferentes formas de centralidades indicam diferentes padrões de organização, comunicação e interconectividade entre subcomunidades.

Conclusivamente, os resultados preliminares sugerem que (1) a taxa de expansão da rede se reduz de período a período, quando considerado o número de pesquisadores (505,88%, 317,44%, 173,26%) e de publicação de artigos (529,51%, 212,69%, 128,24%). (2) Existe uma tendência da comunidade à maior fragmentação, observada quando examinamos medidas de densidade, e de grau médio. Também observa-se esta tendência de fragmentação no crescente número de subgrafos por período. (3) É predominante, tanto em número de publicações quanto em frequência de subcomunidades, a colaboração entre dois e três co-autores. (4) Aproximadamente metade dos pesquisadores(as) que centralizam a intermediação são externos à comunidade de Artes, e a maioria dos co-autores de ponte são externos a comunidade de Artes.

Nossa pesquisa contribui com uma representação inédita da comunidade acadêmica de artes: (1) ao descrever a transformação de duas décadas na colaboração em publicações co-autoriais, (2) ao modelar as redes e a dinâmica de formação das subcomunidades, que formam a rede estendida, (3) ao identificar, com base em métodos computacionais, medidas históricas de produção, densidade de conexões e grau das redes de colaboração, (4) ao classificar as arquiteturas de subcomunidades e medir suas frequências, e (5) ao identificar pesquisadores que centralizam a conexão entre subcomunidades.

Serve, de modo muito preciso aos nossos propósitos, a afirmação de que as humanidades são muito debatidas, mas pouco investigadas (Emmeche *et al.*, 2017). As análises que iniciamos permitem à comunidade refletir sobre suas próprias práticas. Embora seja um truísmo, é importante afirmar que a análise detalhada das dinâmicas de colaboração de uma certa comunidade podem ajudar a própria comunidade a se reconhecer como tal, especialmente se isso jamais foi feito. Tais análises podem, ou devem, ter impacto direto sobre a qualidade dos PPGs, podendo influenciar mudanças estruturais de políticas públicas e de fomento. Em trabalhos futuros, através da mesma metodologia, podemos atuar em outras escalas de observação, em outros estados do país, outros países, e em outros domínios.

## **Referências**

- Abbasi, A., Hossain, L., & Leydesdorff, L. (2012). Betweenness centrality as a driver of preferential attachment in the evolution of research collaboration networks. *Journal of informetrics*, 6(3), 403-412.
- Abramo, G., D'Angelo, C. A., & Di Costa, F. (2019). The collaboration behavior of top scientists. *Scientometrics*, 118, 215-232.
- Barabási, A. L. (2016). *Network science*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Baran, P. (1964). On distributed communications networks. *IEEE Transactions on Communications Systems*, 12(1), 1-9.



Bassett, D. S., & Sporns, O. (2017). Network neuroscience. *Nature neuroscience*, 20(3), 353-364.

Börner, K., Dall'Asta, L., Ke, W., & Vespignani, A. (2005). Studying the emerging global brain: Analyzing and visualizing the impact of co-authorship teams. *Complexity*, 10(4), 57-67.

Brey, A. (2021). Digital art history in 2021. *History compass*, 19(8), e12678.

Dias, T. M. R., Moita, G. F., & Dias, P. M. (2019). Um estudo sobre a rede de colaboração científica dos pesquisadores brasileiros com currículos cadastrados na Plataforma Lattes. *Em Questão*, 63-86.

Diniz, J. C. V., & Shøllhammer, K. E. (Eds.). (2021). *Humanidades em questão: abordagens e discussões*. Editora PUC-Rio.

Emmeche, C., Pedersen, D. B., & Stjernfelt, F. (Eds.). (2018). *Mapping frontier research in the humanities*. Bloomsbury Publishing.

Forsyth, D. R. (2021). Recent advances in the study of group cohesion. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, 25(3), 213.

Freeman, L. C. (2002). Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social network: critical concepts in sociology*. Londres: Routledge, 1, 238-263.

Freeman, R. B., Ganguli, I., & Murciano-Goroff, R. (2014). Why and wherefore of increased scientific collaboration. In *The changing frontier: Rethinking science and innovation policy* (pp. 17-48). University of Chicago Press.

Granovetter, M. S. (1973). The strength of weak ties. *American journal of sociology*, 78(6), 1360-1380.

Halbwachs, M. (1992). *On collective memory*. University of Chicago press.

Holme, P., & Saramäki, J. (2012). Temporal networks. *Physics reports*, 519(3), 97-125.

Krackhardt, D. (2010). Social networks. *Encyclopedia of group processes and intergroup relations*, 2, 817-821.

Liu, P., & Xia, H. (2015). Structure and evolution of co-authorship network in an interdisciplinary research field. *Scientometrics*, 103, 101-134.

Liu, W., Pellegrini, M., & Wu, A. (2019). Identification of bridging centrality in complex networks. *IEEE Access*, 7, 93123-93130.

Lyre, H. (2018). Socially extended cognition and shared intentionality. *Frontiers in Psychology*, 9, 831.

Moreno-Mayar, J. V., Vinner, L., de Barros Damgaard, P., De La Fuente, C., Chan, J., Spence, J. P., ... & Willerslev, E. (2018). Early human dispersals within the Americas. *Science*, 362(6419), eaav2621.

McClung, J. S., Placi, S., Bangerter, A., Clément, F., & Bshary, R. (2017). The language of cooperation: Shared intentionality drives variation in helping as a function of group membership. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1863), 20171682.

Mena-Chalco, J. P., Digiampietri, L. A., & Cesar-Jr, R. M. (2012, August). Caracterizando as redes de co-autoria de currículos Lattes. In *Anais do I Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining*. SBC.

Mena-Chalco, J. P., & Júnior, C. (2013). Prospecção de dados acadêmicos de currículos Lattes através de scriptLattes. *Bibliometria e Cientometria: reflexões teóricas e interfaces*. São Carlos: Pedro & João, 109-128.

Mena-Chalco, J. P., Digiampietri, L. A., Lopes, F. M., & Cesar, R. M. (2014). Brazilian bibliometric coauthorship networks. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 65(7), 1424-1445.

Moffett, M. W. (2022). Societies and other kinds of social groups. *Behavioral and Brain Sciences*, 45.

Moody, J., & White, D. R. (2003). Structural cohesion and embeddedness: A hierarchical concept of social groups. *American sociological review*, 103-127.

Mugnaini, R., Damaceno, R. J. P., Digiampietri, L. A., & Mena-Chalco, J. P. (2019). Panorama da produção científica do Brasil além da indexação: Uma análise exploratória da comunicação em periódicos. *Transinformação*, 31.

Newman, M. (2018). *Networks*. Oxford University Press.

Pietraszewski, D. (2022). Toward a computational theory of social groups: A finite set of cognitive primitives for representing any and all social groups in the context of conflict. *Behavioral and brain sciences*, 45, e97.

Pollak, M. (1992). Memória e identidade social. *Revista estudos históricos*, 5(10), 200-215.

Porter, A., Cohen, A., David Roessner, J., & Perreault, M. (2007). Measuring researcher interdisciplinarity. *Scientometrics*, 72(1), 117-147.

Prell, C., Hubacek, K., & Reed, M. (2009). Stakeholder analysis and social network analysis in natural resource management. *Society and natural resources*, 22(6), 501-518.

Recuero, R. (2012). O capital social em rede: Como as redes sociais na internet estão gerando novas formas de capital social. *Contemporânea Revista de Comunicação e Cultura*, 10(3), 597-617.

Si, Y. (2022). Co-authorship in energy justice studies: Assessing research collaboration through social network analysis and topic modeling. *Energy Strategy Reviews*, 41, 100859.

Sidone, O. J. G., Haddad, E. A., & Mena-Chalco, J. P. (2016). A ciência nas regiões brasileiras: Evolução da produção e das redes de colaboração científica. *Transinformação*, 28, 15-32.

Tieppo, R. C. (2019). lucyLattes script para a extração e compilação de dados do currículo Lattes. Zenodo. <https://zenodo.org/record/2591748> (Acesso: 13/06/2023)

Tomasello, M. (2009). *Why we cooperate*. MIT press.

Tomassini, C., Cohanoff, C., Robaina, S., & Mena-Chalco, J. P. (2021). Health research networks based on national CV platforms in Brazil and Uruguay. *Journal of Scientometric Res*, 10(1s), s88-s101.

Valente, T. W., & Fujimoto, K. (2010). Bridging: Locating critical connectors in a network. *Social networks*, 32(3), 212-220.

Van Steen, M., & Tanenbaum, A. S. (2016). A brief introduction to distributed systems. *Computing*, 98, 967-1009.

White, D. R., & Harary, F. (2001). The cohesiveness of blocks in social networks: Node connectivity and conditional density. *Sociological Methodology*, 31(1), 305-359.

Zlatev, J. (2018). Meaning making from life to language: The semiotic hierarchy and phenomenology. *Cognitive Semiotics*, 11(1).

### **Agradecimentos**

Agradecemos a Mena-Chalco (UFABC) pelas críticas e sugestões, especialmente em uma etapa inicial de discussão dos resultados.

### **Declaração de contribuição dos autores (CRediT authorship contribution statement)**

Lucia Werneck – Curadoria de dados; Análise Formal; Investigação; Metodologia; Recursos; Validação; Visualização; Redação – rascunho original; Redação – revisão e edição.

Angelo Loula – Conceituação; Curadoria de dados; Análise Formal; Investigação; Metodologia; Recursos; Programas; Supervisão; Redação – revisão e edição.

Thiago Sena – Programas; Validação.

João Queiroz – Conceituação; Curadoria de dados; Análise Formal; Investigação; Metodologia; Administração do projeto; Aquisição de financiamento; Recursos; Supervisão; Visualização; Redação – rascunho original; Redação – revisão e edição.

### **Declaração de conflito de interesse**

Declaramos que não há qualquer conflito de interesse, em potencial, neste estudo.

### **Declaração de disponibilidade de dados da pesquisa**

Todo o conjunto de dados de apoio aos resultados deste estudo foi disponibilizado na Plataforma Sucupira e na Plataforma Lattes

## Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.