

Conexões acadêmicas: redes de coautoria e análise de redes sociais no Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Academic connections: co-authorship networks and Social Network Analysis in the Graduate Program in Geosciences at the Federal University of Rio Grande do Sul

Conexiones académicas: redes de coautoría y análisis de redes sociales en el Programa de Posgrado en Geociencias de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul

Verônica de Souza Gomes

Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Márcia Regina da Silva

Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

ORIGINAL

Resumo

Objetivo. O objetivo deste trabalho é investigar a estrutura e a dinâmica das relações de coautoria no Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), utilizando análise bibliométrica e Análise de Redes Sociais para examinar a colaboração científica do programa no quadriênio 2017-2020. **Método.** O estudo é de natureza exploratória e descritiva, o que contribuiu para a caracterização do *corpus empírico*, a partir das informações e dados levantados na Plataforma Lattes, na Plataforma Sucupira, na página do programa e nos Cadernos de Indicadores (CAPES). Tem uma abordagem metodológica quali-quantitativa, em que se buscou a combinação de técnicas de coleta e análise de dados para oferecer uma compreensão mais completa do comportamento do programa. O processo de coleta e extração de dados foi automatizado com o uso do script Lattes (V8.11). O levantamento da produção científica foi realizado na base de dados *Web of Science*. E para a visualização das redes foi utilizado o software *VOSviewer*, juntamente a ferramenta do OpenRefine para a normalização dos nomes dos coautores, instituições dos autores e temáticas das redes. **Resultados.** O Programa de Pós-Graduação em Geociências da UFRGS é um dos mais antigos do país na área de Geoquímica, tendo sido criado em 1968. Desde então, consolidou-se como um dos programas de excelência nesse campo. Inicialmente, foi apresentada uma caracterização do programa, destacando-se seu corpo docente, composto por 49 professores ativos, dos quais 47 são permanentes e 32 possuem bolsa de produtividade. Observou-se uma predominância do sexo masculino entre os docentes permanentes, totalizando 34 professores. Quanto à produção científica, o programa registrou um total de 1.151 trabalhos, com destaque para os artigos completos, que somam 514 publicações. A análise também revelou a existência de coautorias com diversas instituições, com forte vínculo com a Universidade de São Paulo, além de significativa colaboração com outras universidades federais, entidades públicas e privadas de relevância e parceiros internacionais. No âmbito internacional, identificaram-se redes de colaboração mais intensas com os Estados Unidos. Essas conexões promovem a troca de conhecimento, o apoio financeiro e a mobilização de recursos humanos, fortalecendo a colaboração científica e a inovação no campo da Geoquímica. No mapeamento temático observa-se que os termos estão interligados por uma lógica que combina aspectos geográficos (regiões específicas), metodológicos (como análises isotópicas representadas por "U-Pb") e processuais (como "Evolution" e "Tectonic Evolution"). Isso sugere uma abordagem interdisciplinar e integrada, característica da Geoquímica e das Geociências. **Conclusões.** O estudo revelou que a produção científica no campo da geoquímica é fruto de uma colaboração ampla e diversificada, envolvendo instituições e países distintos, evidenciando a importância da cooperação internacional para a geração de pesquisas de alta qualidade. As temáticas desenvolvidas em colaboração não apenas identificam tendências e padrões na área, mas também destacam a relevância e o impacto das pesquisas conduzidas pelo programa, atendendo às demandas e desafios da sociedade. Além disso, os resultados abrem perspectivas para futuros estudos que aprofundem a compreensão das dinâmicas de colaboração científica nesse campo no Brasil. Investigações adicionais podem incluir análises temporais, avaliação do impacto da colaboração internacional, desenvolvimento de novos indicadores para medir a eficiência e os impactos das parcerias, e outras abordagens que contribuam para fortalecer a pesquisa em

geoquímica e sua relevância global.

Palabras-chave: colaboração científica, bibliometria. Análise de Redes Sociais, coautoria, Programa de Pós-Graduação em Geociências

Abstract

Objective. The objective of this work is to investigate the structure and dynamics of co-authorship relationships in the Graduate Program in Geosciences at Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), using bibliometric analysis and Social Network Analysis to examine the scientific collaboration of the program during the 2017-2020 quadrennium. **Method.** The study is exploratory and descriptive in nature, which contributed to the characterization of the empirical corpus based on the information and data gathered from the Lattes Platform, Sucupira Platform, the program's webpage, and the Indicators Reports (CAPES). It follows a qualitative-quantitative methodological approach, aiming to combine data collection and analysis techniques to provide a more comprehensive understanding of the program's behavior. The data collection and extraction process was automated using scriptLattes (V8.11). The survey of scientific production was conducted using the Web of Science database. For network visualization, the VOSviewer software was used, along with the OpenRefine tool for normalizing the names of co-authors, institutions of the actors, and themes of the networks. **Results.** The Graduate Program in Geosciences at UFRGS is one of the oldest in the country in the field of Geochemistry, having been established in 1968. Since then, it has become one of the leading programs in this field. Initially, a characterization of the program was presented, highlighting its faculty, which consists of 49 active professors, 47 of whom are permanent, and 32 hold productivity grants. There is a predominance of male faculty among the permanent members, totaling 34 professors. Regarding scientific production, the program recorded a total of 1,151 works, with an emphasis on full articles, which account for 514 publications. The analysis also revealed the existence of co-authorships with various institutions, with a strong connection to the University of São Paulo, as well as significant collaboration with other federal universities, relevant public and private entities, and international partners. At the international level, more intense collaboration networks were identified with the United States. These connections promote knowledge exchange, financial support, and mobilization of human resources, strengthening scientific collaboration and innovation in the field of Geochemistry. The thematic mapping shows that the terms are interconnected through a logic that combines geographic aspects (specific regions), methodological aspects (such as isotopic analyses represented by "U-Pb"), and procedural aspects (such as "Evolution" and "Tectonic Evolution"). This suggests an interdisciplinary and integrated approach, characteristic of Geochemistry and the Geosciences. **Conclusions.** The study revealed that scientific production in the field of geochemistry is the result of broad and diverse collaboration, involving different institutions and countries, highlighting the importance of international cooperation for generating high-quality research. The themes developed in collaboration not only identify trends and patterns in the area, but also underscore the relevance and impact of research conducted by the program, addressing the demands and challenges of society. Furthermore, the results open up perspectives for future studies that deepen the understanding of the dynamics of scientific collaboration in this field in Brazil. Additional investigations may include temporal analyses, evaluation of the impact of international collaboration, development of new indicators to measure the efficiency and impacts of partnerships, and other approaches that contribute to strengthening research in geochemistry and its global relevance.

Keywords: scientific collaboration, bibliometrics, Social Network Analysis, co-authorship, Postgraduate Program in Geosciences

Resumen

Objective. El objetivo de este trabajo es investigar la estructura y la dinámica de las relaciones de coautoría en el Programa de Posgrado en Geociencias de la UFRGS, mediante análisis bibliométrico y Análisis de Redes Sociales para examinar la colaboración científica del programa durante el cuatrienio 2017-2020. **Método.** El estudio, de naturaleza exploratoria y descriptiva, contribuyó a la caracterización del corpus empírico, basado en información y datos recopilados de la Plataforma Lattes, la Plataforma Sucupira, el sitio web del programa y los Cuadernos de Indicadores (CAPES). El enfoque metodológico es cualitativo-cuantitativo, y se buscó combinar técnicas de recopilación y análisis de datos para ofrecer una comprensión más completa del comportamiento del programa. El proceso de recopilación y extracción de datos se automatizó mediante scriptLattes (V8.11). El relevamiento de la producción científica se realizó en la base de datos Web of Science. Para la visualización de la red, se utilizó el software VOSviewer, junto con la herramienta OpenRefine para normalizar los nombres de los coautores, las instituciones de los actores y los temas presentes en la red. **Resultados.** El Programa de Posgrado en Geociencias de la UFRGS es uno de los más antiguos del país en el campo de la Geoquímica, creado en 1968. Desde entonces, se ha consolidado como uno de los programas de excelencia en este campo. Inicialmente, se presentó una caracterización del programa, destacando su claustro, compuesto por 49 profesores en activo, de los cuales 47 son permanentes y 32 cuentan con becas de productividad. Se observó un predominio de hombres entre el claustro, con un total de 34 profesores. En cuanto a la producción científica, el programa registró un total de 1.151 trabajos, con énfasis en artículos completos, que totalizan 514 publicaciones. El análisis también reveló la existencia de coautorías con diversas instituciones, con fuertes vínculos con la Universidad de São Paulo, así como una importante colaboración con otras universidades federales, entidades públicas y privadas relevantes y socios internacionales. A nivel internacional, se identificaron redes de colaboración más intensas con Estados Unidos. Estas conexiones promueven el intercambio de conocimiento, el apoyo financiero y la movilización de recursos humanos, fortaleciendo la colaboración científica y la innovación en el campo de la Geoquímica. El mapeo temático muestra que los términos están interconectados por una lógica que combina aspectos geográficos (regiones específicas), metodológicos (como los análisis isotópicos representados por "U-Pb") y procedimentales (como "Evolución" y "Evolución Tectónica"). Esto sugiere un enfoque interdisciplinario e integrado, característico de la Geoquímica y las Geociencias. **Conclusiones.** El estudio reveló que la producción científica en el campo de la geoquímica es el resultado de una colaboración amplia y diversa, que involucra a diferentes instituciones y países, lo que resalta la importancia de la cooperación internacional para generar investigación de alta calidad. Los temas desarrollados de forma colaborativa no solo identifican tendencias y patrones en el campo, sino que también destacan la relevancia y el impacto de la investigación realizada por el programa, abordando las demandas y los desafíos de la sociedad. Además, los resultados abren perspectivas para futuros estudios que profundicen la comprensión de la dinámica de la colaboración científica en este campo en Brasil. Investigaciones posteriores pueden incluir análisis temporales, evaluación del impacto de la colaboración internacional, desarrollo de nuevos indicadores para medir la eficiencia y el impacto de las alianzas, entre otros enfoques que contribuyan a fortalecer la investigación en geoquímica y su relevancia global.

Palabras clave: colaboración científica, bibliometría, análisis de redes sociales, coautoría, Programa de Posgrado en Geociencias.

1 Introdução

A avaliação da produção científica está diretamente ligada à formulação de políticas públicas que visam promover o progresso científico e tecnológico. Nesse contexto, a prática de mensurar e avaliar atividades científicas é essencial para atender às demandas de pesquisadores, instituições, empresas e outros atores interessados, fornecendo subsídios para a tomada de decisões estratégicas que incentivem a inovação e a qualidade na pesquisa.

No contexto da avaliação científica, a produção científica é o principal parâmetro de análise, servindo como base para mensurar tanto a produtividade quanto o impacto das pesquisas, além de estar diretamente relacionada à transferência de conhecimento. Para esse propósito, o uso de técnicas de avaliação é essencial e pode ser dividido em abordagens quantitativas, qualitativas ou híbridas. Os indicadores gerados a partir dessas análises desempenham um papel fundamental na orientação de decisões estratégicas, influenciando diretamente a alocação de recursos financeiros, físicos e humanos. Dentre as metodologias mais amplamente utilizadas para a formulação desses indicadores, destaca-se a análise bibliométrica. Essa abordagem possibilita medir a produção científica e seu impacto por meio de métricas objetivas, como número de citações, volume de publicações e a análise de redes de coautoría, contribuindo para uma avaliação consistente e fundamentada do desempenho científico (Oliveira, 2018).

Além da criação de indicadores bibliométricos, outra abordagem relevante é o estudo das interações entre os atores para a formação de redes. Compreender os fatores que impulsionam ou fortalecem essas interações permite caracterizar os atores, o ambiente, os fluxos de comunicação, a produção e o compartilhamento de informações, bem como identificar temas e objetivos comuns, entre outros aspectos. A Análise de Redes Sociais (ARS) é uma perspectiva que se foca na análise da produção científica, abordando temas como coautoría, colaboração científica, interações sociais, redes de internacionalização, redes temáticas e organizacionais, utilizando ferramentas específicas de ARS.

O estudo das colaborações é fundamental para identificar a estrutura associada ao campo de pesquisa em questão. A colaboração científica se dá por meio das relações entre autores ou instituições, por meio do compartilhamento de informações e ideias em projetos, coordenações, eventos e outras interações. Essa abordagem é utilizada para mapear e identificar como a cooperação se manifesta nos níveis regional, nacional ou internacional (Oliveira, 2018). As colaborações podem ser formais ou informais, e ocorrer de maneira unilateral ou bilateral.

A colaboração científica é caracterizada por sua diversidade e complexidade, manifestando-se de várias formas, com a coautoría sendo um dos indicadores mais frequentes. A realização de pesquisas colaborativas é influenciada por diversos fatores, incluindo aspectos econômicos, culturais e geográficos. Assim, a colaboração pode ocorrer em diferentes níveis, desde a parceria entre dois ou mais pesquisadores até a cooperação entre grupos, tanto dentro de uma mesma instituição quanto entre instituições distintas. Os indicadores de coautoría são úteis na construção de redes de pesquisa, permitindo a visualização e análise dos relacionamentos e da interconectividade entre pesquisadores e grupos de pesquisa (Silva et al., 2012).

As colaborações de pesquisa podem se desenvolver dentro de uma única instituição, entre diferentes instituições, em âmbitos nacional e internacional, entre programas e disciplinas distintas, entre outras formas (Savić et al., 2018). As colaborações externas e internacionais estão fortemente correlacionadas com a publicação de artigos científicos, sendo que a cooperação entre diferentes instituições é considerada essencial para impulsionar a inovação e promover avanços significativos no conhecimento científico.

O presente trabalho tem como objetivo compreender a estrutura e a dinâmica das relações de coautoría no Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGGeo/UFRGS). Reconhecido como um dos cursos mais antigos e de excelência no Brasil na área de Geoquímica, o programa possui nota máxima (7) na avaliação da CAPES. A pesquisa concentra-se nas relações de coautoría interinstitucional entre os docentes permanentes do programa e no mapeamento das principais temáticas abordadas pelos pesquisadores. Para isso, adota uma abordagem bibliométrica combinada à Análise de Redes Sociais (ARS), visando examinar as conexões estabelecidas por meio da colaboração científica e compreender sua relevância para o avanço do conhecimento na área.

2 Revisão de literatura

A comunidade científica que conhecemos hoje teve suas origens em meados do século XVII, com o surgimento das primeiras sociedades científicas na Europa. Em Londres, esses movimentos começaram em 1660 (Meadows, 1999). Desde então, os avanços tecnológicos têm provocado mudanças significativas no desenvolvimento do processo de produção científica, alterando a forma como o conhecimento é produzido, comunicado, organizado e divulgado.

Atualmente, a comunidade científica tem se reinventado, adaptando-se às novas tecnologias e explorando formas inovadoras de interação. Esse movimento é impulsionado por ferramentas tecnológicas que facilitam a colaboração, além dos grupos de pesquisa tradicionais, estendendo-se a parcerias com pesquisadores e grupos externos. Uma dessas formas de colaboração pode começar com o compartilhamento de resultados de pesquisas em redes sociais e outras plataformas digitais, criando oportunidades para conexões que atravessam barreiras geográficas e institucionais. Essas interações têm o potencial de enriquecer o trabalho científico, permitindo uma troca de ideias mais ampla e acelerando o avanço do conhecimento.

A contribuição de Robert Merton e Pierre Bourdieu para a sociologia da ciência destaca duas abordagens distintas, mas complementares, sobre o funcionamento do campo científico e a prática da ciência. As contribuições de Robert King Merton, teve forte influência nas décadas de 1930 e 1940, se desdobrando até a década de 1970. Robert Merton tinha o foco em uma visão funcionalista, em que descreve a comunidade científica como um espaço regido por normas e valores que moldam a prática científica, com imperativos que ajudam a manter a integridade e a objetividade da ciência. Entre esses imperativos, destacam-se o universalismo, a comunicação aberta e o desinteresse, além da busca pela verdade objetiva. Merton também introduziu a ideia do sistema de recompensa na ciência, onde a reputação e o reconhecimento, como recebimento de prêmios, citações, são fundamentais para a motivação dos cientistas e para o avanço do conhecimento. Desse modo, sua visão enfatiza a cooperação e o *ethos* coletivo dentro da comunidade científica (Guimarães, 2016).

Por outro lado, Pierre Bourdieu, propõe a noção de campo científico, ampliando a perspectiva sobre o ambiente científico, enxergando-o como um espaço de conflito e dominação, onde os agentes (cientistas, laboratórios, instituições) competem por prestígio, recursos e influência. Para Bourdieu, o campo científico é permeado por disputas de poder, e a ciência não se desenvolve apenas pela busca de conhecimento, mas também pela luta por posições dentro do campo. A autonomia do campo, segundo ele, é relativa, pois sofre influência tanto das leis internas quanto das pressões externas, como interesses políticos e econômicos. Ele também introduz o conceito de *habitus*, que explica como as posições ocupadas pelos cientistas e suas disposições pessoais moldam suas ações e práticas dentro do campo (Guimarães, 2016; Bourdieu, 2004).

Assim, enquanto Merton coloca a ênfase na cooperação e nos valores normativos que sustentam a ciência, Bourdieu destaca a concorrência e as relações de poder internas ao campo científico. Ambos fornecem perspectivas valiosas para entender como a ciência opera em termos de comportamentos, normas e a relação entre o individual e o coletivo no processo de produção do conhecimento (Sobral, 2019).

Além disso, conceitos como o capital social, explorado por autores como Hayter (2015), reforçam a ideia de que as redes de relacionamentos e a confiança mútua são fundamentais para o sucesso dos cientistas e instituições. O capital social se manifesta tanto em termos de recursos tangíveis quanto intangíveis (como confiança e redes de influência formais e informais), desempenhando um papel crucial na dinâmica das relações científicas e no desenvolvimento das atividades acadêmicas e de pesquisa (Fazito & Soares, 2010).

A área das Geociências no Brasil oferece um campo bastante abrangente para investigações sobre a disposição da área e as relações dentro do campo da Geoquímica. As instituições científicas, como a Pós-Graduação, desempenham um papel fundamental na construção do *habitus* da comunidade científica, influenciando a estrutura e a organização do campo. Sob essa perspectiva, o estudo da Pós-Graduação como uma instituição científica pode fornecer subsídios importantes sobre a estrutura e a organização do campo da Geoquímica, contribuindo para a compreensão da comunidade científica e suas dinâmicas.

A definição de comunidade científica como uma rede de organizações e relações sociais, formais e informais, destaca a importância da comunicação científica como principal função. Por sua vez, a comunicação garante a troca de informações e interações entre pesquisadores, facilitando a disseminação do conhecimento. Meadows (1999) enfatiza a comunicação como o coração da ciência, ressaltando sua importância para o avanço do conhecimento científico. Além disso, os estudos de Le Coadic (2004) e Björk (2007) reforçam a ideia de que a comunicação científica é fundamental para a troca de informações e a disseminação do conhecimento.

Segundo Meadows (1999, p. 48), a ciência “progride à medida que o tempo passa não apenas pela acumulação de mais dados, mas também por proporcionar percepções mais gerais e mais elaboradas da natureza de nosso mundo”, o que permite o aprofundar do conhecimento dentro das áreas. A preocupação social e ambiental e as influências externas fazem da geoquímica um campo do conhecimento em constante desenvolvimento e

crescimento, sendo este um campo provido de diferentes disciplinas do conhecimento, com um currículo vasto em interdisciplinaridade. Deste modo, a discussão teórica possibilitou identificar aspectos à compreensão da formação e importância da comunidade científica ao fazer ciência, que irão refletir nas categorias analisadas nesta pesquisa.

Meadows (1999) destaca a importância da ciência em proporcionar percepções mais gerais e mais elaboradas da natureza do mundo, o que permite o aprofundamento do conhecimento em diferentes áreas. A geoquímica, em particular, é um campo do conhecimento que está em constante desenvolvimento e crescimento devido à preocupação social e ambiental e às influências externas. A interdisciplinaridade é uma característica fundamental da geoquímica, que envolve a combinação de diferentes disciplinas do conhecimento, como geologia, química, física e biologia, para entender os processos que ocorrem na Terra. Essa abordagem interdisciplinar permite uma compreensão mais completa e aprofundada dos fenômenos geoquímicos e suas implicações para o meio ambiente e a sociedade.

Portanto, a discussão teórica realizada permitiu identificar aspectos importantes para a compreensão da formação e importância da comunidade científica no fazer ciência. A comunidade científica é fundamental para o avanço do conhecimento, pois permite a troca de ideias, a colaboração e a crítica construtiva entre os cientistas. As categorias analisadas neste trabalho irão refletir a importância da comunidade científica na geoquímica, incluindo a formação de redes de colaboração, a troca de conhecimentos e a disseminação de informações. Além disso, o trabalho também irá explorar como a comunidade científica pode influenciar a política e a tomada de decisões em relação ao meio ambiente e à gestão de recursos naturais, considerando os temas abordados nas pesquisas.

A expansão da internet e das mídias sociais permitiu a criação de redes sociais em vários temas e comportamentos sociais, possibilitando a interação social contínua, tanto online quanto offline. Essa interação pode ser experimentada individualmente e coletivamente, e cada tecnologia nova modifica as relações interpessoais de grandes grupos sociais.

Além disso, a criação de novas tecnologias também pode aprofundar ou criar processos novos e potenciais de exclusão social, que podem ser estudados com abordagens metodológicas de outros campos científicos experimentais, como a Análise de Redes Sociais (ARS). Os estudos sobre ARS cresceram exponencialmente entre os anos de 1970 e 2010, demonstrando a importância dessa área de estudo (Del Fresno García, 2015; Loiola et al., 2015; Silva & Regis, 2015).

Segundo Bufrem et al. (2011), uma rede social é um conjunto complexo de relações entre membros de um sistema social em diferentes dimensões, desde a interpessoal à internacional. Com a aderência da informática em diversas áreas do conhecimento, a partir dos anos setenta, as transformações vindouras modificaram a cultura da pesquisa e das práticas relacionadas a ela. Isso permitiu a consideração das redes sociais como um tipo de organização capaz de oferecer uma estrutura conceitual e metodológica pela qual domínios científicos passaram a ser analisados. Em outras palavras, as redes sociais se tornaram um objeto de estudo importante para entender as relações sociais e as dinâmicas de interação em diferentes contextos.

Os estudos sobre comunidade científica têm se concentrado em entender as redes de colaboração científica, que são fundamentais para avaliar aspectos como a dinâmica estrutural de relacionamento, caracterização e evolução estrutural das redes de coautoría, impacto das investigações científicas, grau de colaboração, padrões de produtividade e coautoría, análise de domínio e de produção científica (Bufrem et al., 2011).

A coautoría é um indicador bibliométrico essencial para analisar a colaboração científica acadêmica, permitindo o estudo de trabalhos publicados conjuntamente e a compreensão das redes de interação entre os cientistas. Esse aspecto da colaboração possibilita o compartilhamento de conhecimentos, habilidades e recursos, promovendo resultados mais significativos e de maior impacto (Lima et al., 2007).

Cabe ressaltar que o número elevado de coautorías em um artigo não garante, necessariamente, aumento real na colaboração efetiva entre os participantes. Embora a coautoría seja uma forma amplamente praticada de colaboração científica, ela pode envolver diferentes modos de trabalho conjunto, conforme apontado por Hilário e Freitas (2020). Dessa forma, é essencial investigar se a colaboração entre os autores é realmente eficaz, examinando os motivos e dinâmicas por trás das relações firmadas. Atualmente, muitas revistas exigem que os autores preencham um formulário detalhando as contribuições individuais de cada participante no artigo a ser publicado. Esse tipo de requisito pode ajudar a esclarecer o nível real de colaboração entre os autores. De acordo com Hilário e Freitas (2020), a quantidade de autores em uma publicação varia conforme os diferentes campos do conhecimento e disciplinas, refletindo padrões de comportamento diversos, bem como a natureza da pesquisa e os processos envolvidos em sua elaboração.

A análise de redes de coautoría pode ser realizada de várias maneiras, conforme o escopo e os objetivos da pesquisa. Existem vários tipos de redes de coautoría, tais como: cientistas de uma mesma instituição, de diferentes instituições, de diferentes países e de diferentes áreas de conhecimento. Portanto, cada tipo de rede de coautoría

fornece informações valiosas sobre a dinâmica da colaboração científica e a produção acadêmica em diferentes contextos. Além disso, a análise de redes de coautoría pode ser utilizada para avaliar o impacto das investigações científicas, o grau de colaboração entre os cientistas e a produtividade científica.

A construção de parâmetros de avaliação do impacto das produções científicas e de visibilidade é fundamental para a criação de políticas e tomadas de decisões informadas. A análise de redes de coautoría pode fornecer informações valiosas para a tomada de decisões sobre a alocação de recursos, a definição de prioridades de pesquisa e a avaliação do desempenho dos cientistas e das instituições de pesquisa.

Quanto aos motivos que levam os pesquisadores a trabalharem em colaboração, são vários, incluindo interesses sociais, processo de internacionalização, aumento da especialização dos pesquisadores, aumento da divisão de trabalho, diminuição dos custos relacionados à expansão da internet, compartilhamento de instrumentos, ferramentas e banco de dados, desconcentração geográfica, contribuição à elaboração de estratégia e planejamento institucionais, entre outros (Franco & Faria, 2019; Gazda & Quandt, 2010).

No âmbito acadêmico, as colaborações internas podem ocorrer por meio da combinação de disciplinas, na participação de programas de pesquisa da área. Já as colaborações externas e internacionais estão mais relacionadas às publicações de artigos científicos. Conforme, Vanz e Stumpf (2010) e Katz e Martin (1997), as investigações de colaboração podem ocorrer em diferentes níveis, incluindo:

- a) Intrainstitucional: colaboração entre pesquisadores de uma mesma instituição;
- b) Interinstitucional: colaboração entre pesquisadores de diferentes instituições;
- c) Nacional: colaboração entre pesquisadores de diferentes regiões ou estados de um país;
- d) Internacional: colaboração entre pesquisadores de diferentes países;
- e) Entre programas: colaboração entre pesquisadores de diferentes programas de pesquisa;
- f) Entre disciplinas: colaboração entre pesquisadores de diferentes disciplinas.

O propósito dessas investigações é verificar a estrutura, evolução, produtividade e impactos da colaboração, a fim de entender melhor como as colaborações científicas podem ser mais eficazes e produtivas (Savić et al., 2018). Desta forma, a colaboração científica é fundamental para o avanço do conhecimento e para a resolução de problemas complexos. Ao trabalhar em equipe, os pesquisadores podem compartilhar conhecimentos, habilidades e recursos, o que pode levar a resultados mais significativos e impactantes. Além disso, a colaboração científica pode ajudar a promover a inovação, a criatividade e a transferência de conhecimento entre diferentes áreas e instituições.

3 Metodologia

Este trabalho classifica-se de cunho exploratório e descritivo, com o propósito de compreender a estrutura e a dinâmica das relações de coautoría no campo da Geoquímica, através da produção científica do Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGGeo/UFRGS). Dessa forma, a amostra consiste na produção científica dos docentes permanentes do PPGGeo/UFRGS no período de 2017 a 2020, considerando que este foi o último período de avaliação dos programas de pós-graduação pela CAPES.

Por meio de uma abordagem quali-quantitativa, buscou-se a combinação de técnicas de coleta e análise de dados para oferecer uma compreensão mais completa do comportamento do PPGGeo/UFRGS. Este tipo de abordagem permite obter uma visão mais completa e detalhada do objeto de estudo, com um melhor aproveitamento dos dados qualitativos e a realidade dos dados quantitativos. A fase da pesquisa exploratória e descritiva contribuiu para a caracterização do *corpus empírico*, a partir das informações e dados levantados na Plataforma Lattes, na Plataforma Sucupira, na página do programa e nos Cadernos de Indicadores (CAPES). Optou-se por essas fontes, por serem consideradas fontes inesgotáveis de informações para estudos e pesquisas, pela veracidade e serem de acesso livre. Assim, essas informações contribuem para a contextualização histórica da criação, evolução do programa, e identificação das associações entre variáveis (Gil, 2017; Severino, 2007).

A Plataforma Sucupira foi criada com o propósito de armazenar dados consistentes dos programas de pós-graduação do país. Na área de "Cursos Avaliados e Reconhecidos", foram recuperados dados relevantes sobre o programa, como nome da instituição, nome do programa, ano de criação, nota de avaliação CAPES (2017), área de concentração, área básica. A plataforma possibilita realizar o levantamento dos docentes ativos no período da análise, na área "Coleta CAPES", bem como outros dados do programa que servem como indicadores. A busca realizada foi através da opção "Dados enviados do Coleta", selecionou-se "Dados do envio", preenchendo-se as

opções de busca: "Calendário" com as informações do ano de 2020; a "Instituição de Ensino Superior" e o nome do "Programa".

A partir da identificação dos docentes do programa via Plataforma Sucupira, para identificar e relacionar a produção científica dos docentes, utilizou-se como fonte o Currículo Lattes, identificando os bolsistas de produtividade, a vinculação dos docentes, assim como a titulação, distribuição e gênero dos docentes. Entre os indicadores utilizados nesta pesquisa, a opção de destacar o gênero do quadro docente de um dos PPG no campo da Geoquímica se deve à importância dessa categoria para os estudos sociais. O gênero pode ser compreendido como uma construção resultante da linguagem, comunicação, influências e de tudo que orienta as formas de relacionamento entre as pessoas (Casagrande & Carvalho, 2014).

No entanto, para otimizar o processo de coleta e extração de dados, optou-se pela busca automatizada utilizando o scriptLattes (V8.11). A extração dos dados dos 47 currículos, correspondente ao número de docentes permanentes, pelo scriptLattes exigiu a identificação dos ID Lattes, que foram listados em um arquivo txt com a seguinte descrição - número do ID, espaço, ponto-vírgula, espaço, período da análise, espaço, ponto-vírgula, espaço, zero, como o exemplo a seguir, 0123456789101112; 2018-2020; 0. Após a coleta, foi criada uma lista contendo 514 artigos extraídos dos Currículos Lattes. Deste total, foram identificados manualmente os DOI de 479 artigos, essenciais para o levantamento da produção científica na base de dados *Web of Science* (WoS). Dos quais foram recuperados 359 artigos na WoS. A escolha dessa base de dados se deve à sua ampla cobertura e à capacidade de recuperar grande número de registros em um único local. A abordagem da realização em duas etapas se deve a busca de precisão dos dados, para uma análise mais robusta, levando em conta a caracterização da produção científica do PPGGeo/UFRGS. Ressalta-se que sem a análise dos dados coletados pela WoS, perde-se informações como citações e métricas de impacto. Pois na relação extraída pelo scriptLattes as informações recuperadas dos artigos são: ano, ISBN, DOI, título, periódico, autores (todos em uma mesma coluna) e Qualis.

Consequentemente, a pesquisa utilizou a abordagem bibliométrica para construir indicadores de produtividade e visibilidade da produção, juntamente com a técnica de Análise de Redes Sociais (ARS), a fim de examinar a rede de colaboração científica entre os atores do campo da Geoquímica, por meio das coautorias dos artigos publicados pelos docentes do PPGGeo/UFRGS. Visto que a aplicação da Análise de Redes Sociais pode ser relacionada à estrutura da rede de colaboração entre os atores envolvidos no campo empírico da pesquisa. Considerando que a possibilidade de novas conexões oferece oportunidades para a obtenção de recursos adicionais, sejam eles humanos, materiais ou econômicos (Carvalho, 2014; Ortega, 2014). Para processar as informações e estruturar graficamente a rede de atores do campo, foi utilizado o software VOSviewer. Além disso, realizou-se a normalização dos nomes dos coautores e das instituições dos artigos utilizando a ferramenta OpenRefine. Por fim, os dados gerados e analisados a partir do levantamento de artigos na WoS, incluindo coautorias, instituições, países e temáticas, foram depositados no repositório Zenodo, em formato xls e txt, sob o DOI10.5281/zenodo.16971378 (Gomes & Silva, 2025), garantindo acesso aberto e preservação a longo prazo.

4 Resultados e Discussões

O Programa de Pós-Graduação em Geociências (PPGGeo) faz parte do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Os cursos de Mestrado e de Doutorado foram criados em 1968, por professores e pesquisadores da então Escola de Geologia, o programa foi reconhecido como um "Centro de Excelência" em Geociências pelo CNPq já em 1969. O PPGGeo/UFRGS tem mantido um alto padrão de excelência, evidenciado pela obtenção do conceito máximo nas últimas avaliações da CAPES, no período de 2001 a 2017. Esse reconhecimento é fruto da colaboração entre docentes, da participação ativa de discentes e técnicos, além das parcerias estabelecidas com empresas como PETROBRAS, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e a Agência Nacional do Petróleo (ANP), bem como das relações com diversos órgãos, empresas e instituições de ensino, tanto no Brasil quanto no exterior (Gomes, 2023; Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2022).

Na Plataforma Sucupira foi possível verificar que atualmente (ano referência 2023), há um total de 52 pesquisadores credenciados no PPGGeo, as áreas de concentração são "Estratigrafia", "Geologia Marinha", "Geoquímica" e "Paleontologia", e tem como área básica a "Geociências". A busca ainda apresentou um total de 202 projetos, estando todos em andamento, e destes 69 estão relacionados à área de concentração "Geoquímica".

Seguidamente foi feita a identificação dos docentes do PPGGeo, no período de 2017 a 2020. Foram encontrados 49 docentes ativos, sendo 47 deles permanentes. Vale destacar que um dos indicadores relevantes a serem observados sobre os docentes de programas de pós-graduação é a Bolsa de Produtividade em Pesquisa, que é um reconhecimento concedido pelo governo brasileiro a pesquisadores com ótimo desempenho acadêmico, contribuindo para o prestígio científico do programa. Os docentes são avaliados com base em indicadores de produção para a concessão dessa bolsa. Assim, dentre os 49 docentes identificados, 32 possuem Bolsa de Produtividade, distribuídos da seguinte maneira: 1A (1); 1B (7); 1C (6); 1D (7); 2 (11). A partir da Tabela 1 temos

a distribuição dos docentes do PPGGeo/UFRGS por vínculo institucional, ao longo dos quatro anos do período da nossa análise, em que se observa que o perfil do quadro de docentes não sofreu nenhuma mudança significativa. Salienta-se que todos os docentes estão com o "ciclo" de formação completo.

Tabela 1

Vínculo dos docentes do PPGGeo/UFRGS (2017-2020)

Tipo de Vínculo	2017	2018	2019	2020
Permanentes	43	42	45	43
Colaboradores	2	1	1	2
Visitantes	0	0	0	0
TOTAL	45	43	46	45

Nota. Fonte: Dados da pesquisa. [Descrição da imagem] A imagem mostra uma tabela composta por quatro colunas de anos (2017, 2018, 2019 e 2020) e três de categorias de vínculo dos docentes: "Permanentes", "Colaboradores" e "Visitantes", além de uma linha no final com totais ao longo dos anos de 2017 a 2020. Observa-se que o número de docentes permanentes variou de 42 a 45 no período, já os de colaboradores variam entre 1 e 2, em relação ao número de docentes visitantes não houve registro em nenhum dos anos. O número total de docentes apresenta uma estabilidade, com uma variação entre 43 a 46. [Fim da descrição].

A partir da identificação dos docentes permanentes averigou-se que há uma predominância de docentes do sexo masculino (34) em relação a docentes do sexo feminino (13). Embora não se tenha a pretensão de aprofundar a temática da equidade de gênero neste artigo, é importante destacar que a Geoquímica integra a área de Ciências Exatas e da Terra. Conforme González García e Sedeño (2006) e Oliveira et al. (2019), estudos de gênero nessa área mostram que as mulheres estão significativamente menos representadas em carreiras relacionadas às ciências exatas e à tecnologia. O que não é diferente com o campo da Geoquímica.

Ao identificar os 47 docentes permanentes do PPGGeo/UFRGS foi realizada a busca do Currículo Lattes e a extração dos dados pelo scriptLattes, para verificar a produção científica do programa. Sendo a produção bibliográfica o foco do nosso levantamento. No período, o programa desenvolveu um total de 1.151 produções entre artigos completos (514), livros (13), capítulos de livros (49), textos em jornais de notícias (20), trabalhos completos publicados em anais (35), resumos expandidos publicados em anais (37), resumos publicados em anais (389), artigos aceitos (10), apresentações de trabalho (59) e, demais tipos de produção bibliográfica (25). Quanto aos demais tipos de produção, apresentou um total de 97 "Produção técnica", total de 11 "Produção artística", total de 144 "Orientações em andamento", total de 549 "Orientações concluídas", e outras atividades como projetos de pesquisa (95), prêmios e títulos (24), participação em eventos (155), organização de eventos (96). Desta maneira, percebe-se que há diversidade de atividades desenvolvidas pelo programa, demonstrando sua importância para a ciência brasileira, bem como o fortalecimento da comunidade científica na área de Geociências, especialmente no campo da Geoquímica.

Ao olhar especificamente para a "produção científica", percebe-se que os "Artigos completos publicados em periódicos" foram os principais meios de divulgação do conhecimento utilizados pelos docentes permanentes do PPGGeo/UFRGS. Considera-se que essa preferência pela publicação de artigos não se deve apenas à avaliação realizada pelos pares, mas ao impacto nas avaliações dos programas de pós-graduação. Contudo, percebe-se que os eventos (comunicação informal) são frequentemente utilizados por cientistas e pesquisadores para apresentar trabalhos com temas semelhantes, atuais, recém-concluídos, reunindo grupos de elite e autoridades reconhecidas em suas áreas, independentemente das suas localidades (Guimarães & Hayashi, 2014).

Visto que os artigos são pesquisas ou trabalhos finalizados que se utilizam do principal meio de comunicação formal, sendo publicados, armazenados e recuperáveis. A partir da caracterização inicial da produção científica e atividades desenvolvidas pelos docentes do PPGGeo/UFRGS, foi decidido que, para a próxima fase do trabalho, os dados utilizados para Análise de Redes Sociais (ARS) seriam obtidos por meio das análises de colaboração. Essas análises foram baseadas nos "Artigos completos publicados" em periódicos.

Nas representações das redes, o tamanho dos nós reflete a quantidade de documentos produzidos por um autor. Além disso, a intensidade da colaboração entre autores nas redes de coautoría é indicada pelo peso dos *links*. Dessa forma, ao analisar uma rede de colaboração, notamos que quanto mais conexões um autor tiver, mais oportunidades ele terá, seja em termos de recursos humanos, financiamento ou outros aspectos. Além disso, estar mais próximo do autor central na rede aumenta as chances de um autor expandir sua própria rede. Compreende-se como "*clusters*" ou "grupos" a representação de subconjuntos de nós interconectados entre si, indicando grupos de indivíduos que compartilham dos mesmos interesses ou características semelhantes. Os cluster podem representar diferentes temas e áreas de influência, refletindo a estrutura social da rede. A identificação e análise

desses *clusters* ajuda a entender melhor a dinâmica da rede, como os indivíduos se organizam, se comunicam e as tendências emergentes.

A participação de múltiplos atores em uma produção científica estabelece uma rede de conexões, indicando uma aproximação entre as perspectivas teóricas e as metodologias empregadas. Essa interação contribui significativamente para a qualidade das pesquisas realizadas, promovendo, assim, o avanço da ciência (Mello et al., 2009).

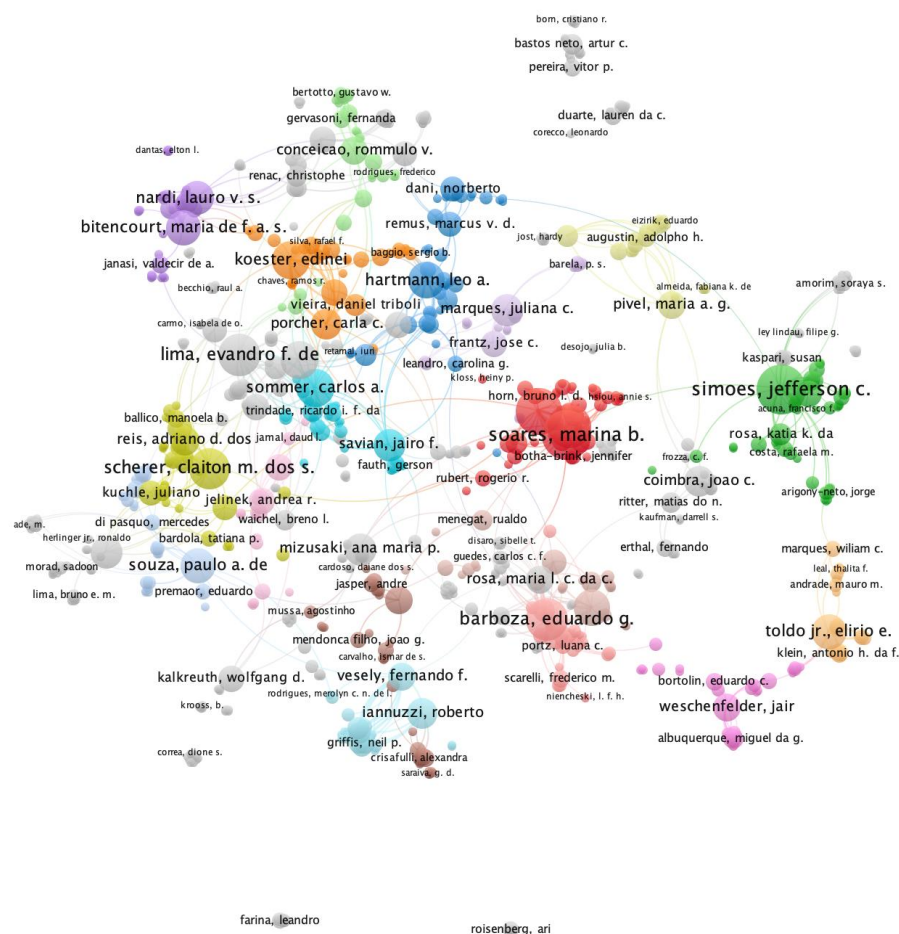
A rede de coautoria dos docentes permanentes do PPGGeo/UFRGS (figura 1), apresenta 45 *clusters*, 4.132 *links*, sendo a força total do *link* de 5.350 (Total *link strength*). A partir da densidade do nó, constatou-se que o ator central da rede é "simoes, jefferson c." que possui 78 *links*, 123 de total *link strength* e 29 documentos. Isso indica que ele desempenha um papel central e altamente conectado dentro da rede. Além disso, o laço mais forte de Simões durante o período analisado foi com "veettil, bijeesh k." da instituição Duy Tan University, no Vietnã, com uma força de ligação (*link strength*) de 8. Essa conexão destaca uma colaboração significativa entre os dois pesquisadores, mesmo sendo de instituições e países diferentes. Outros atores que se destacam na rede foram: "barbosa, eduardo g." com 64 *links*, 117 de total *link strength* e 21 documentos; "soares, marina b." com 60 *links*, 119 de total *link strength* e 29 documentos.

Na Figura 1 observa-se a representação de uma rede considerada difusa, caracterizada por um número relativamente reduzido de conexões entre os nós. Embora essa configuração possa, à primeira vista, ser percebida como uma limitação, ela desempenha um papel positivo ao favorecer a entrada de novas informações, devido à menor redundância nas relações existentes. A rede exhibe diversos subgrupos e inclui 12 atores isolados. A análise dos dados extraídos pelo scriptLattes revelou que, no período analisado, houve uma significativa formação de coautorias entre os docentes do PPGGeo/UFRGS, destacando-se "Eduardo Guimarães Barbosa", com 36 produções realizadas em colaboração com seus colegas do programa.

Dos 47 docentes atuantes no período em análise, três docentes tiveram apenas um laço, e outros três não tiveram nenhum laço, ou seja, não houve publicação em colaboração com os colegas ("Roisenberg, Ari", "Farina, Leandro" e "Zouain, Ricardo N. Ayup"), o que pode ser reflexo de estarem pouco tempo no programa ou outros motivos.

Figura 1

Rede de coautoria dos docentes permanentes do PPGGeo/UFRGS (2017-2020)



Nota. Fuente: Elaborada pelos autores com VOSviewer. [Descrição da imagem] Grafo que evidencia os principais grupos de pesquisadores vinculados à UFRGS. Cada nó corresponde a um autor, e o tamanho indica relevância ou volume de produção. Conexões entre autores mostram colaborações frequentes. Alguns nomes aparecem como nós centrais, articulando subgrupos de pesquisa. [Fim da descrição].

De acordo com Dias et al. (2018), uma rede com poucas conexões resulta em uma dispersão dos atores, o que reduz o fluxo de cooperação e colaboração. Os autores também enfatizam a importância de identificar tanto os atores protagonistas quanto aqueles que desempenham papéis mais sutis dentro da rede.

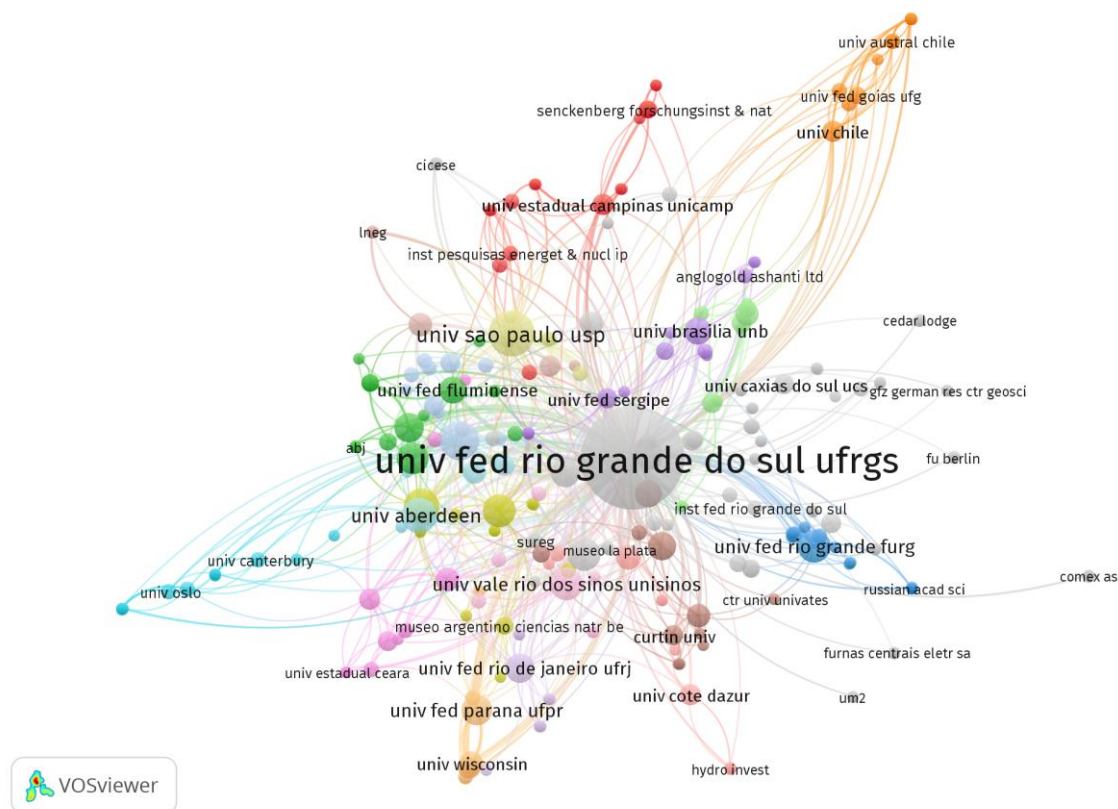
A colaboração científica tem se expandido significativamente entre os pesquisadores, diversas instituições e regiões geográficas, o que não apenas promove uma maior representatividade de comunidades científicas ou temáticas específicas, mas também amplia a visibilidade da produção acadêmica. Portanto, as instituições foram identificadas através da institucionalização dos pesquisadores descritas nos 359 artigos analisados. Após um refinamento utilizando o OpenRefine, para uniformizar as variações obteve um total de 279 instituições. A partir dessa análise, foi possível mapear as relações entre as instituições com base nas colaborações entre seus pesquisadores, destacando a amplitude e a complexidade das redes de cooperação científica.

No que se refere às colaborações interinstitucionais, o PPGGeo/UFRGS mantém diversas relações com pesquisadores de outras instituições. Ao analisar o grafo de coautorias a partir das instituições envolvidas, a rede da Figura 2 apresenta 56 clusters, 908 links, e 1.437 Total link strength, em que se destacam os laços de maior link strength, com as seguintes instituições:

- Universidade de São Paulo (USP): 59 links, 38 documentos, 109 Total link strength;
- Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC): 28 links, 24 documentos, 67 Total link strength;
- Conselho Nacional de Investigações Científicas e Técnicas (CONICET- Argentina): 36 links, 15 documentos, 52 Total link strength;
- Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS): 31 links, 15 documentos, 51 Total link strength;
- Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA): 22 links, 18 documentos, 50 Total link strength;

- ## Figura 2

Rede de vínculo institucional com o PPGGeo/UFRGS (2017-2020)



Esta relação demonstra preferência por colaborar com instituições geograficamente próximas. A maioria das instituições listadas está localizada na Região Sul do Brasil, próxima à sede do Programa de Pós-Graduação em Geociências da UFRGS, reforçando uma tendência de colaboração regional.

No âmbito federal destaca-se a interação acadêmica significativa com outro programa considerado de excelência em Geociências no Brasil, conforme as notas da CAPES: Universidade de São Paulo (USP) – Nota 7. Além da USP o Programa atua em colaboração com outros programas do campo da Geoquímica da: Universidade de Brasília (nota 7) – 9 documentos, 24 Total *link strength*; Universidade Federal Fluminense (nota 6) – 9 documentos, 28 Total *link strength*; Universidade Federal do Pará (nota 6) – 6 documentos, 22 Total *link strength*; Universidade Federal de Pernambuco (nota 4) – 5 documentos, 22 Total *link strength*; e a Universidade Federal da Bahia (nota 4) – 2 documentos, 6 Total *link strength*.

O PPGGeo/UFGRS é um programa que tem colaborado com instituições do norte e nordeste, como, Universidade do Estado do Amazonas, Universidade Federal do Ceará, Universidade Estadual de Feira de Santana, Universidade Federal do Piauí, Universidade Federal de Roraima, Universidade Federal de Sergipe, entre outras, contribuindo assim para um dos indicadores de avaliação da CAPES, que é de reduzir as assimetrias regionais, que busca diminuir a desigualdade no acesso a conhecimentos e inovações, promovendo um ambiente mais inclusivo e diversificado. Essas colaborações interinstitucionais reforçam a importância das parcerias na produção científica e na consolidação de redes de conhecimento entre diferentes instituições de ensino e pesquisa, tanto a nível nacional quanto internacional.

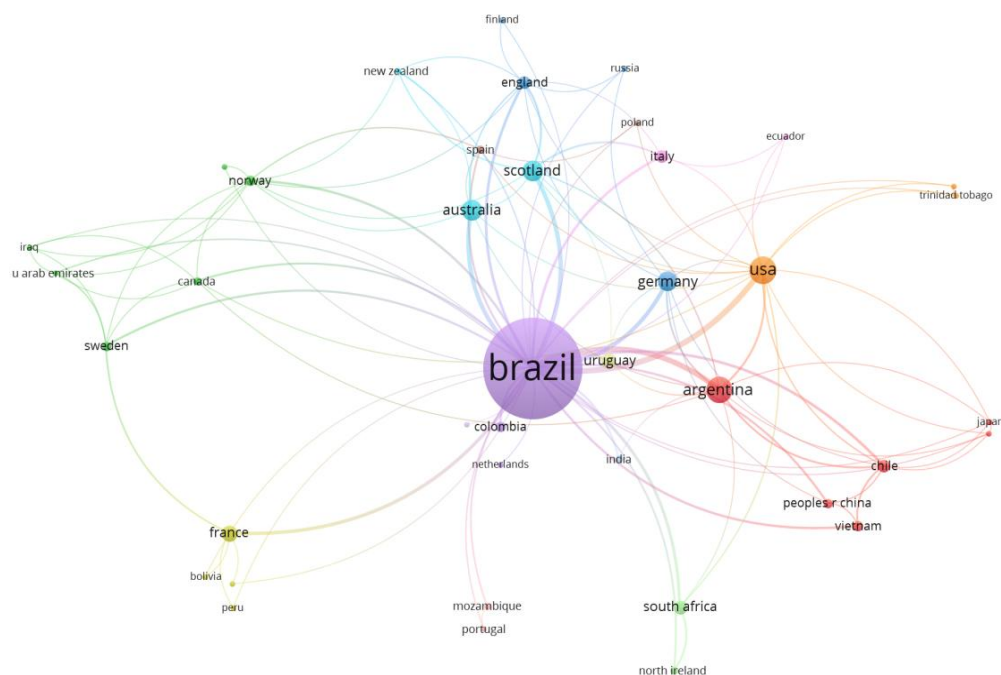
Assim, as relações de coautoria no Programa de Pós-Graduação em Geociências da UFRGS, especialmente no campo da Geoquímica, demonstram uma forte colaboração entre diversas instituições. Destacam-se, em particular, as parcerias com universidades federais e importantes entidades públicas e privadas, como o Conselho Nacional de Investigações Científicas e Técnicas (CONICET), a Petrobras, e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Essas colaborações fomentam uma troca de conhecimento rica entre os pesquisadores das diferentes instituições e contribuem para o apoio financeiro e de recursos humanos necessários para a realização das pesquisas. Considera-se que, a análise dos artigos produzidos em coautoria revela colaboração internacional significativa. Por meio do vínculo institucional, identificou-se aproximadamente 125 pesquisadores de instituições internacionais, o que reforça a integração do PPGGeo/UFRGS em redes globais de pesquisa e aumenta a visibilidade e o impacto da produção científica do programa. Para aprofundar essa questão, propõe-se para pesquisas futuras, realizar uma análise para verificar o número de publicações do PPGGeo/UFRGS que incluem colaborações internacionais. Acredita-se que deva ser feita uma análise de forma manual, visto que as ferramentas aplicadas neste estudo não teve esse retorno. O que permitirá a comparação com outros indicadores, ampliando as análises sobre as práticas de colaboração dos docentes do PPGGeo/UFRGS.

A seguir, a figura 3 apresenta a rede de colaboração entre os países dos coautores, e como era de se esperar, o nó maior da rede é o Brasil. Isso não é surpreendente, pois a instituição analisada é uma universidade federal brasileira. A presença do Brasil como o nó central da rede deve-se, em grande parte, às colaborações do PPGGeo/UFRGS com outras instituições brasileiras, sugerindo que a colaboração científica entre os pesquisadores brasileiros é intensa e que o país se configura como um importante centro de produção científica no campo da Geoquímica. A rede, composta por 40 países que representam a rede de colaboração dos atores do PPGGeo/UFRGS é formada por 113 *links*, 14 *clusters*, 351 Total *link strength*. Os grupos formados representam diferentes especializações ou temas de pesquisa, o que reflete em uma colaboração entre indivíduos que possuem interesses semelhantes ou que colaboram em projetos específicos, o que fortalece a troca de conhecimentos e os laços acadêmicos e profissionais entre os atores da rede.

Além disso, a rede também sugere que os pesquisadores brasileiros têm colaborações significativas com pesquisadores de outros países, os dez mais posicionados na rede com o Brasil são: USA (34 Total *link strength*), Argentina (30 Total *link strength*), Scotland (20 Total *link strength*), Australia (19 Total *link strength*), Germany (17 Total *link strength*), France (12 Total *link strength*) e Uruguay (11 Total *link strength*), o que é importante para a internacionalização da ciência e para o avanço do conhecimento. Observa-se que apesar da relação mais forte ser com os EUA, a uma colaboração muito expressiva com países da Europa e da América Latina.

Figura 3

Rede dos países que representam as instituições dos atores do PPGGeo/UFRGS (2017-2020)



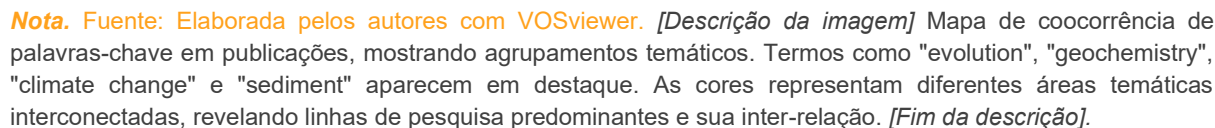
Nota. Fonte: Elaborada pelos autores com VOSviewer. [Descrição da imagem] A imagem apresenta um grafo de colaboração internacional com destaque para o Brasil como o maior nó central, na cor lilás, conectado a diversos países como Alemanha, Estados Unidos, Argentina, França e Escócia. As conexões indicam cooperação científica, com espessura e cor das linhas representando intensidade e agrupamentos de colaboração. [Fim da descrição].

A análise da distribuição geográfica dos coautores pode fornecer informações valiosas sobre a colaboração científica e a produção científica, bem como ajudar a identificar oportunidades para a colaboração científica e para a transferência de conhecimento em diferentes regiões e países.

Além de analisar a relação de coautoria interinstitucional, também foi realizada a análise das temáticas abordadas nos artigos produzidos durante o período da pesquisa. Foram identificadas 2.652 palavras-chave, das quais foram padronizadas por meio de um tesouro, colocou-se os termos possíveis no singular, também foi realizada uma unificação das palavras repetidas e suas variações, o que facilita a compreensão e a análise dos dados apresentados. Chegou-se em um total de 1.927 palavras-chave, das quais 658 tiveram o mínimo de duas ocorrências. Com o volume de temáticas abordadas nas pesquisas, optou-se por apresentar uma rede com o mínimo de 3 ocorrências, diminuindo o volume de atores da rede para 373, que ainda é bastante representativo. Através das temáticas dos artigos, a rede de coocorrências temáticas apresentou 7 *clusters*, 6.708 *links* e 9.675 Total de *link strengths*.

A figura 4 apresenta a rede de coocorrências das temáticas mais frequentes, destacando as áreas de maior interesse e foco da pesquisa. As temáticas que se destacadas pelo número de ocorrências são: "evolution" com 217 *links*, 58 ocorrências, 427 Total de *link strength*; "rio grande do sul state" com 144 *links*, 45 ocorrências, 339 Total de *link strength*; "u-pb" com 125 *links*, 37 ocorrências, 305 Total de *link strength*; "parana basin" com 146 *links*, 35 ocorrências, 269 Total de *link strength*; "dom feliciano belt" com 106 *links*, 33 ocorrências, 297 Total de *link strength*; "sea" 102 *links*, 31 ocorrências, 225 Total de *link strength*; "southern brazil" com 144 *links*, 29 ocorrências, 236 Total de *link strength*; "tectonic evolution" (o nó apareceu sem o nome na figura, mas está localizado ao lado direito da temática "u-pb") com 101 *links*, 28 ocorrências, 254 Total de *link strength*; "geochemistry" com 133 *links*, 28 ocorrências, 230 Total de *link strength*; "brazil" com 132 *links*, 27 ocorrências, 203 Total de *link strength*; entre outras.

Rede de coocorrências das temáticas dos artigos dos docentes do PPGGeo/UFRGS (2017-2020)



A figura 4 demonstra conexões regionais representadas por termos como Rio Grande do Sul e Southern Brazil demonstrando que as pesquisas estão fortemente centradas em regiões específicas do Brasil. Essa conexão geográfica pode influenciar a escolha de temas de pesquisa e estudos de caso. Observa-se também a conexão de temas geológicos específicos como "U-Pb", "Paraná Basin" e "Dom Feliciano Belt" que indicam um foco em análises geoquímicas e estratigráficas detalhadas dessas áreas, provavelmente relacionadas à evolução tectônica e sedimentar.

A concentração em determinadas temáticas pode refletir as prioridades do programa, os desafios regionais e a expertise acumulada dos pesquisadores. A repetição de palavras-chave semelhantes reforça a relevância e o impacto das áreas investigadas. Portanto, a análise das temáticas abordadas nos artigos produzidos pode ajudar a identificar tendências e padrões na pesquisa realizada pelo programa, bem como áreas de oportunidade para futuras pesquisas. Além disso, essa análise pode ser útil para avaliar a relevância e o impacto da pesquisa realizada pelo programa em relação às necessidades e desafios da sociedade.

14

disseminação do conhecimento, aproximando comunidades científicas e facilitando a conexão entre pesquisadores com interesses de investigação semelhantes, independentemente da distância geográfica.

Essa conectividade digital permite que pesquisadores colaborem de maneira mais eficiente, participem de discussões em tempo real, acessem bases de dados compartilhadas e publiquem seus trabalhos em plataformas que alcançam um público global. Como resultado, o avanço tecnológico tem contribuído para a criação de redes de colaboração mais dinâmicas e inclusivas, promovendo a integração de conhecimentos e acelerando o progresso científico em diversas áreas do conhecimento.

5 Conclusões

A geoquímica é um campo do conhecimento em constante desenvolvimento e crescimento, que requer uma abordagem interdisciplinar e a colaboração entre cientistas de diferentes áreas. A comunidade científica é fundamental para o avanço do conhecimento e a tomada de decisões informadas em relação ao meio ambiente e à gestão de recursos naturais. Desta forma, a relação de coautoría interinstitucional do Programa de Pós-Graduação em Geociências da UFRGS contribui para o avanço científico na área de Geociências, e principalmente no campo da Geoquímica, demonstrando sua evolução e refletindo a natureza interdisciplinar da pesquisa geocientífica.

A análise bibliométrica e de redes sociais revelaram padrões de cooperação significativos entre os pesquisadores e instituições, sublinhando o papel vital da coautoría na promoção da inovação e na disseminação de conhecimento. Isso sugere que a colaboração científica é fundamental para o avanço do conhecimento e para a resolução de problemas complexos. Além disso, as dinâmicas de colaboração científica observadas, tanto em nível nacional quanto internacional, influenciam futuras políticas de pesquisa e financiamento. Isso é importante, pois as políticas de pesquisa e financiamento podem ter um impacto significativo na forma como a pesquisa é realizada e como os recursos são alocados.

Uma visão geral da rede de colaboração entre os países dos coautores e sugere que o Brasil é um importante centro de produção científica e colaboração científica. Contatou-se que a colaboração entre os docentes do PPGGeo/UFRGS a nível nacional se dá principalmente com instituições do sul do Brasil, e a nível internacional com o EUA e a Argentina. Além disso, a análise da distribuição geográfica dos coautores pode fornecer informações valiosas sobre a colaboração científica e a produção científica em diferentes regiões e países.

As plataformas Sucupira e Lattes são essenciais para a gestão e disseminação da produção científica no Brasil, mas apresentam algumas limitações. A Plataforma Sucupira, utilizada para coletar dados sobre programas de pós-graduação, pode ter lacunas na atualização e na qualidade dos dados fornecidos pelos programas. Já o Currículo Lattes, embora abrangente, depende da atualização manual pelos próprios pesquisadores, o que pode levar a inconsistências e desatualizações. Além disso, a falta de padronização na entrada de dados pode dificultar a análise comparativa e a normalização de informações. Limitações das quais nos deparamos, demandando de mais tempo para recuperar e formatar os dados encontrados.

Para ampliar o número de artigos recuperados para estruturar as redes seria necessário buscar em outras bases os artigos não identificados na *Web of Science*, o que abre portas para futuras investigações que podem ampliar o conhecimento no campo da Geoquímica no Brasil. Assim como, o aprofundamento de estudos sobre as relações de colaboração por meio da análise das redes sociais utilizando outros tipos de rede além de coautorías, em busca de atender às demandas emergentes.

A partir deste estudo, diversas linhas de investigação podem ser desenvolvidas para aprofundar a compreensão das dinâmicas de colaboração científica no campo da Geoquímica no país, como: uma análise temporal, em que busca investigar como as redes de coautoría evoluem ao longo do tempo e identificar fatores que impulsionam mudanças significativas; o impacto da colaboração internacional, ou seja, avaliar como as colaborações internacionais influenciam a qualidade e o impacto das pesquisas, comparando com colaborações nacionais; desenvolver novos indicadores para medir a eficiência e o impacto das colaborações, além da produção científica tradicional, bem como outras investigações que possam focar nas políticas de incentivo à colaboração científica visando a otimização das redes de pesquisa.

As análises das redes de coautoría revelaram que o PPGGeo/UFRGS é um programa de pesquisa caracterizado por uma ampla prática de colaboração em diferentes níveis, transcendendo fronteiras geográficas. Essa característica é fundamental para o avanço do conhecimento e a resolução de problemas complexos. As relações estabelecidas pelo programa mostram-se consistentes e robustas, indicando uma capacidade significativa de ampliar o impacto da produção científica e de influenciar positivamente o domínio em análise.

Esse cenário fortalece não apenas a posição do Brasil no contexto científico global, mas também promove maior equidade na distribuição de recursos e oportunidades de pesquisa. No entanto, apesar de seu elevado nível de

excelência, o PPGGeo/UFRGS pode buscar novas oportunidades de aprimoramento, como ampliar as colaborações com instituições de outras regiões do país e diversificar as parcerias internacionais, que até 2020 concentravam-se predominantemente nos Estados Unidos e na Argentina.

Esses esforços contribuiriam para atender a pontos estratégicos da avaliação CAPES, como a redução das assimetrias regionais, a promoção da internacionalização e a melhoria contínua da qualidade e do impacto da produção científica. Além disso, ao diversificar as parcerias e expandir as colaborações, o PPGGeo/UFRGS poderá fortalecer sua rede de pesquisa, enriquecendo a formação dos alunos e promovendo um ambiente acadêmico mais dinâmico e inovador. Essa abordagem beneficiará não apenas o programa, mas também a comunidade científica, promovendo uma cultura de colaboração essencial para enfrentar os desafios contemporâneos na área da Geociências, e em especial no campo da Geoquímica.

Referências

- Björk, B.-C. (2007). A model of scientific communication of a global distributed information system. *Information Research*, 12(2), 1-47. <http://www.informationr.net/ir/12-2/paper307.html>
- Bourdieu, P. (2004). *Para uma Sociologia da Ciência*. Edições 70.
- Bufrem, L. S., Gabriel, R. F., Jr., & Sorribas, T. V. (2011). Redes sociais na pesquisa científica da área de ciência da informação. *DataGramaZero - Revista de Informação*, 12(3). <https://brapci.inf.br/index.php/res/v/7410>
- Carvalho, L. S. (2014). *Informação e genética humana: o sequenciamento de uma cultura científica*. [Doutorado, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia]. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Casagrande, L. S., & Carvalho, M. G. (2014). Relações de gênero nas aulas de matemática: perceptíveis ou ocultas? *Cadernos de Gênero e Tecnologia*, 8(31/32), 36-48. <https://periodicos.utfpr.edu.br/cgt/article/view/6112/3763>
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. (2017). *Relatório de avaliação: geociências*. <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/20122017-geociencias-quadrienal-pdf>
- Del Fresno García, M. (2015). Connecting the disconnected: Social Work and Social Network Analysis. A methodological approach to identifying network peer leaders. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 191-771, 12 p. <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2015.771n1011>
- Dias, G. A., Silva, A. K. A., França, A. L. D., Souza, L. B. R. H., & Silva, A. C. B. M. (2018). Análise de redes sociais no processo de mediação em rede de coautoría: avaliação das dinâmicas de colaboração docente. *Informação & Informação*, 23(3), 417-439. <https://doi.org/10.5433/1981-8920.2018v23n3p417>
- Fazito, D., & Soares, W. (2010). Capital social, análise de redes e os mecanismos intermediários do sistema migratório Brasil/EUA. *Revista Geografias*, 6(1), 27-41. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13280>
- Franco, N. M. G., & Faria, L. I. L. (2019). Colaboração científica intraorganizacional: análise de redes por coocorrência de palavras-chave. *Em Questão*, 25(1), 87-110. <https://doi.org/10.19132/1808-5245251.87-110>
- Gazda, E., & Quandt, C. O. (2010). Colaboração interinstitucional em pesquisa no Brasil: tendências em artigos na área de gestão da inovação. *RAE-eletrônica*, 9(2).
- Gil, A. C. (2017). *Como elaborar projetos de pesquisa* (5. ed.). Atlas.
- Gomes, V. S. (2013). *Análise de Redes Sociais de colaboração dos Programas de Pós-Graduação no campo da Geoquímica*. [Doutorado, Centro de Educação e Ciências Humanas]. Universidade Federal de São Carlos.
- Gomes, V. S., & Silva, M. R. (2025). *Dados para análise de redes de coautoría do PPGGeo/UFRGS 2017-2020* [Conjunto de dados]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16971378>

- González García, M. I., & Sedeño, E. P. (2006). Ciência, gênero, tecnologia. In L. W. Santos, E. Y. Ichikawa & D. F. Cargano (Orgs.). *Ciência, tecnologia e gênero: Desvelando o feminino na construção do conhecimento*. (pp. 33-72). Iapar.
- Guimarães, V. A. L. (2016). Indicadores de CT&I dos INCTs de São Carlos-SP na dinâmica da produção da ciência. [Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade]. Universidade Federal de São Carlos.
- Guimarães, V. A. L., & Hayashi, M. C. P. I. (2014). Os eventos científicos: espaços privilegiados para a comunicação da ciência. *Comunicologia - Revista de Comunicação da Universidade Católica de Brasília*, 7(2), 204-229. <https://doi.org/10.31501/comunicologia.v7i2.5656>
- Hayter, C. S. (2015). Social Networks and the success of university spin-offs: toward an agenda for regional growth. *Economic Development Quarterly*, 29(1), 3-13. <https://doi.org/10.1177/0891242414566451>
- Hilário, C. M., & Freitas, J. L. (2020). Indicadores de colaboração científica: aspectos éticos, práticos e formas de mensuração. In M. C. C. Grácio, D. Martínez-Ávila, E. F. T. Oliveira, & F. S. Rosas (Orgs.). *Tópicos da bibliometria para bibliotecas universitárias*. (pp. 71-93). Oficina Universitária, Cultura Acadêmica. <https://doi.org/10.36311/2020.978-65-86546-91-0>
- Katz, J. S., & Martin, B. R. (1997). What is research collaboration? *Research Policy*, (26), 1-18. https://www.researchgate.net/publication/4928544_What_is_Research_Collaboration
- Le Coadic, Y.-F. (2004). Princípios científicos que direcionam a ciência e a tecnologia da informação digital. *TransInformação*, 16(3), 205-213. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-37862004000300001&script=sci_abstract&lng=pt
- Lima, R. A., Velho, L. M. L. S., & Faria, L. I. L. (2007). Indicadores bibliométricos de cooperação científica internacional em bioprospecção. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 12(1), 50-64.
- Loiola, E., Bastos, A. V. B., & Regis, H. P. (2015). Análise de Redes Sociais. In A. V. B. Bastos, E. Loiola, & H. P. Regis (Orgs.). *Análise das redes sociais em contextos organizacionais*. (pp. 41-83). EDUFBA.
- Meadows, A. J. (1999). *A comunicação científica*. Tradução de Antonio Angenor Briquet de Lemos. (268 p.). Briquet de Lemos Livros.
- Mello, C. M., Crubellate, J. M., & Rossoni, L. (2009). Redes de coautorias entre docentes de programas brasileiros de pós-graduação (stricto sensu) em administração: aspectos estruturais e dinâmica de relacionamento. *RAM - Revista de Administração Mackenzie*, 10(5), p. 130-153. <https://doi.org/10.1590/S1678-69712009000500007>
- Oliveira, E. F. T. (2018). *Estudos métricos da informação no Brasil: indicadores de produção, colaboração, impacto e visibilidade*. Oficina Universitária, Cultura Acadêmica. <https://books.scielo.org/id/msjk9/pdf/oliveira-9788579839306.pdf>
- Oliveira, E. R. B., Gava, T., & Unbehau, S. (2019). A educação STEM e gênero: uma contribuição para o debate brasileiro. *Cadernos de Pesquisa*, 49(171), p. 130-159. <https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/5644>
- Ortega, J. L. (2014). Influence of co-authorship networks in the research impact: Ego network analyses from Microsoft Academic Search. *Journal of Informetrics*, 8(3), 728-737. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2014.07.001>
- Programa de Pós-Graduação em Geociências. (2024). <http://www.ufrgs.br/ppggeo/>
- Savić, M., Ivanović, M., & Jain, L. C. (2018). *Complex networks in software, knowledge, and social systems*. Springer. (Intelligent systems reference library, v. 148). https://www.google.com.br/books/edition/Complex_Networks_in_Software_Knowledge_a/VXhaDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=Co-authorship+Networks:+An+Introduction&pg=PA180&printsec=frontcover
- Severino, A. J. (2007). *Metodologia do trabalho científico* (23. ed.). (304 p.). Cortez.
- Silva, A. K. A., Barbosa, R. R., & Duarte, E. N. D. (2012). Rede social de coautoría em Ciência da Informação: estudo sobre a área temática de "Organização e Representação do Conhecimento". *Informação & Sociedade: Estudos*, 22(2), 63-79. <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/ies/article/view/13487/7758>

- Silva, M. M., & Regis, H. P. (2015). Perspectiva histórica da Análise de Redes Sociais. In A. V. B. Bastos, E. Loiola, H. P. Regis (Orgs.). *Análise das redes sociais em contextos organizacionais*. (pp. 23-40). EDUFBA.
- Sobral, V. C. S. (2019). *Agroecologias: um estudo dos programas de pós-graduação em agroecologia no Brasil*. [Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade]. Universidade Federal de São Carlos.
- Vanz, S. A. S., & Stumpf, I. R. C. (2010). Colaboração científica: revisão teórico-conceitual. *Perspect. Ciênc. Inf.*, 15(2). <https://doi.org/10.1590/S1413-99362010000200004>

Dados de publicação

Dados de publicação

Verônica de Souza Gomes

Doutora em Ciência Tecnologia e Sociedade

Universidade Federal Fluminense, Coordenação de Bibliotecas, Niterói, RJ, Brasil

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Departamento de Biblioteconomia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

veronicasg@id.uff.br

<https://orcid.org/0000-0003-1715-8376>

Doutora em Ciência, Tecnologia e Sociedade pela Universidade Federal de São Carlos. Mestre em Biblioteconomia pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Possui Especialização em Gestão Estratégica e Qualidade pela Universidade Candido Mendes - UCAM. Bacharelado em Biblioteconomia e Documentação pela Universidade Federal Fluminense. Atualmente é bibliotecária na Biblioteca de Pós-Graduação em Geoquímica, no Instituto de Química da Universidade Federal Fluminense. Professora Assistente no Departamento de Biblioteconomia, do Centro de Ciências Humanas e Sociais, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Márcia Regina da Silva

Doutora em Educação

Universidade de São Paulo, Departamento de Informação e Cultura, Ribeirão Preto, SP, Brasil

marciaregina@usp.br

<https://orcid.org/0000-0001-5852-1026>

Livre docente em Biblioteconomia e Ciência da Informação, especialidade Estudos Métricos em Ciência da Informação pela Universidade de São Paulo (USP), 2024. Pós-doutorado pela Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação. Doutorado em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (2008). Professora associada no Departamento de Educação, Informação e Comunicação, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo (USP); Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da UFSCar (PPGCI/UFSCar) e colaboradora no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade da UFSCar (PPGCTS/UFSCar).

Originalidade

Declaro que o texto é original e não está sendo revisado por nenhuma outra publicação. Caso eu decida cancelar o processo de publicação, concordo em informar imediatamente a equipe editorial da Revista Biblios para que o envio possa ser arquivado.

Preprint

Não se aplica.

Informações sobre o trabalho

Não se aplica.

Agradecimentos

Não se aplica.

Contribuição dos autores

Concepção e preparação do manuscrito: VS Gomes

Coleta de dados: VS Gomes

Análise dos dados: VS Gomes

Discussão dos resultados: VS Gomes, MR Silva

Revisão e aprovação: VS Gomes, MR Silva

Uso de inteligência artificial

Não aplicável.

Financiamento

Não aplicável.

Permissão para usar imagens

Não aplicável.

Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

Não aplicável.

Conflito de interesses

Não aplicável.

Declaração de disponibilidade de dados

Os dados utilizados para o desenvolvimento do artigo "Conexões acadêmicas: redes de coautoría e análise de redes sociais no Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul" foram publicados e disponibilizados no repositório Zenodo (<https://doi.org/10.5281/zenodo.16971378>), com o título "Dados para análise de redes de coautoría do PPGGeo/UFRGS 2017-2020", os arquivos estão nomeados como: 1927 temáticas (UFRGS 2017-2020).txt; 279 instituições com o tesouro (UFRGS 2017-2020).txt; 373 temáticas com mínimo de 3 ocorrências (UFRG.2017-2020).txt; 40 países (UFRGS 2017-2020).txt; UFRGS_359_artigos_recuperados_WoS.xls

Metadados:

Os dados iniciais foram coletados na base de dados Web of Science (WoS) pela própria autora, processados e refinados (no OpenRefine), resultando na criação de tesouros para remover termos duplicados. Esse processo foi fundamental para a construção e análise das redes de coautoría no software VOSviewer. O ano de abrangência dos dados foi de 2017-2020 (quadriênio de avaliação Capes), o levantamento inicial foi realizado no ano de 2023 e atualizado em 2024.

Licença de uso

Os autores concedem à Biblios direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY) 4.0 Internacional. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e desenvolvam o trabalho publicado, dando os devidos créditos pela autoria e publicação inicial neste periódico. Os autores estão autorizados a firmar acordos adicionais separados para distribuição não exclusiva da versão publicada do trabalho no periódico (por exemplo, publicação em um repositório institucional, em um site pessoal, publicação de uma tradução ou como um capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

Editor

Publicado pelo Sistema de Bibliotecas Universitárias da Universidade de Pittsburgh. Responsabilidade compartilhada com universidades parceiras. As ideias expressas neste artigo são dos autores e não representam necessariamente as opiniões dos editores ou da universidade.

Editores

Lucia da Silveira, João Maricato e Karen Santos d'Amorim.

Histórico

Recebido: 17-09-2024 - Aprovado: 29-08-2025 Publicado em: 16-12-2025



New articles in this journal are licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 United States License.



This journal is published by [Pitt Open Library Publishing](http://biblios.pitt.edu/).