

Mapeamento e caracterização da cooperação científica baseado em análise de redes

Mapping and characterization of scientific cooperation based on network analysis

Mapeo y caracterización de la cooperación científica basada en el análisis de redes

DOI: 10.55905/ijsmvtv10n3-005

Originals received: 04/08/2024

Acceptance for publication: 04/26/2024

Giovanna Alice Ferreira da Costa

Graduanda em Gestão da Informação pela Universidade Federal de Goiás (UFG)

Instituição: Universidade Federal de Goiás (UFG)

Endereço: R. Jacarandá, Labicom, Campus Samambaia, Goiânia - GO, CEP: 74001-970

E-mail: giovanna.costa@ufg.br

Peterson Elizandro Gandolfi

Doutor em Administração de Empresas pela Escola de Administração de Empresas de

São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (EAESP/FGV)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFG)

Endereço: R. Padre Pavoni, 290, Patos de Minas - MG, CEP: 38701-002

E-mail: peterson@ufu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0913-6353>

José Eduardo Ferreira Lopes

Doutor em Administração de Organizações pela Universidade de São Paulo (USP)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFG)

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica, Uberlândia - MG, CEP: 38408-100

E-mail: jeflopes@ufu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5504-3321>

Alex Fabianne de Paulo

Doutor em Administração de Organizações pela Universidade de São Paulo (USP)

Instituição: Universidade Federal de Goiás (UFG)

Endereço: R. Jacarandá, Labicom, Campus 2 UFG, Goiânia - GO, CEP: 74001-970

E-mail: alex.paulo@ufg.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3610-2255>

RESUMO

A produção científica, bem como os artigos científicos, exerce um papel central para obtenção de novos conhecimentos na área acadêmica e soluções para problemas que

permeiam a sociedade. De modo geral, o artigo tem uma função importante na difusão da pesquisa e no desenvolvimento de ciência e tecnologia, sobretudo, quando produzido de forma colaborativa. O aumento da colaboração científica é uma característica importante da evolução da ciência e do panorama acadêmico atual, determinado pela natureza multidisciplinar e cada vez mais especializada da pesquisa. O presente trabalho realiza uma investigação acerca do levantamento de dados de artigos científicos em cooperação, na Universidade Federal de Goiás, durante os anos de 1981 a 2020, através da *Web of Science*. Partindo da teoria de análise de redes sociais (ARS) e definindo a mineração de dados *Knowledge Discovery in Database* (KDD) como método, a pesquisa identificou redes de cooperação e produção de ciência e tecnologia na UFG e suas principais instituições parceiras, no âmbito nacional e internacional. Como resultados, observa-se um crescimento linear, ao passar dos anos, na produção científica em geral e do ciclo de citações. A UFG mantém fortes instituições aliadas na região sudeste do país, e que também servem de objeto de intermediação de informações com outras universidades dentro e fora do país.

Palavras-chave: cooperação, análise de redes, produção científica, internacionalização.

ABSTRACT

Scientific production, as well as scientific articles, plays a central role in obtaining new knowledge in the academic field and solutions to problems that permeate society. In general, the article has an important function in the dissemination of research and the development of science and technology, especially when produced collaboratively. The increase in scientific collaboration is an important characteristic of the evolution of science and the current academic landscape, determined by the multidisciplinary and increasingly specialized nature of research. The present work carries out an investigation about the collection of data from scientific articles in cooperation, at the Federal University of Goiás, during the years 1981 to 2020, through the Web of Science. Starting from the theory of social network analysis (SNA) and defining data mining Knowledge Discovery in Database (KDD) as a method, the research identified networks of cooperation and production of science and technology at UFG and its main partner institutions, nationally and internationally. As results, a linear growth is observed, over the years, in general scientific production and in the citation cycle. UFG maintains strong partner institutions in the southeast region of the country, which also serve as an object of intermediation of information with other universities inside and outside the country.

Keywords: cooperation, network analysis, scientific production, internationalization.

RESUMEN

La producción científica, así como los artículos científicos, desempeñan un papel central en la obtención de nuevos conocimientos en el ámbito académico y soluciones a problemas que permean la sociedad. En general, el artículo tiene una función importante en la difusión de la investigación y el desarrollo de la ciencia y la tecnología, especialmente cuando se produce de forma colaborativa. El aumento de la colaboración científica es una característica importante de la evolución de la ciencia y el panorama académico actual, determinado por la naturaleza multidisciplinar y cada vez más

especializada de la investigación. El presente trabajo realiza una investigación sobre la recolección de datos de artículos científicos en cooperación, en la Universidad Federal de Goiás, durante los años 1981 a 2020, a través de la Web of Science. Partiendo de la teoría del análisis de redes sociales (ARS) y definiendo la minería de datos Knowledge Discovery in Database (KDD) como método, la investigación identificó redes de cooperación y producción de ciencia y tecnología en la UFG y sus principales instituciones asociadas, a nivel nacional e internacional. Como resultados, se observa un crecimiento lineal, a lo largo de los años, en la producción científica en general y en el ciclo de citas. La UFG mantiene fuertes instituciones aliadas en la región sudeste del país, que también sirven para intermediar información con otras universidades dentro y fuera del país.

Palabras clave: cooperación, análisis de redes, producción científica, internacionalización.

1 INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, o conhecimento produzido nas universidades desenvolve um papel de sustentação econômico, social e político, no qual a produção científica configura um instrumento fundamental enquanto meio de estímulo e fortalecimento do ciclo criação, organização e difusão desse conhecimento (Santos, 2015). Para Corrêa et. al (2017), o conhecimento advindo das publicações científicas tornou-se o meio mais eficiente de comunicação e divulgação de descobertas na ciência. Neste sentido, nota-se que artigos científicos, como parte da publicação científica presente nas universidades, estão associados aos processos inerentes à Ciência e Tecnologia (C&T) (Moura; Caregnato, 2011). De acordo com Vanz (2010), é evidente que o crescente número de eventos científicos e a ampliação da internet permitem uma comunicação maior entre os pesquisadores, de modo a possibilitar que os cientistas colaborem entre si, independentemente da distância física entre eles. Com isso, observa-se que, atualmente, grande parte da produção e investigação científica é resultado de uma colaboração, evidenciado pelo fato de a maioria dos artigos serem da autoria de dois ou mais investigadores.

O termo cooperação refere-se ao ato de colaborar, de estabelecer relações de parceria entre duas ou mais entidades, a fim de conquistar um objetivo em comum. Um

conjunto de interações une a pesquisa básica, a pesquisa aplicada e o desenvolvimento tecnológico, resultando no progresso do potencial tecnológico e científico dos parceiros envolvidos (Costa, 2010). Katz e Martin (1997) afirmam que o investimento e o desenvolvimento em C&T de um país são elementos determinantes para o seu crescimento socioeconômico. Logo, a pesquisa colaborativa, em escala de cooperação internacional, resulta em um importante parâmetro de mensuração do progresso em C&T dos países. Com isso, as universidades assumem um papel de destaque por potencializar estudos que contribuem para o crescente desenvolvimento da pesquisa científica. A capacidade de um país de identificar áreas de destaque na produção de conhecimento científico pode proporcionar maior eficiência na alocação de fomento da pesquisa (Santos, 2015).

Uma vez discutida a relevância do conhecimento contido em artigos, bem como a importância das vertentes de pesquisa referentes à cooperação para produção de C&T, e o efeito nas publicações causado pelas relações de coautoria, vale destacar o papel relevante que o estado de Goiás, um importante estado do Centro-Oeste brasileiro, vem desempenhando nessas circunstâncias. Os estudos atuais sobre produção científica das universidades goianas abordaram temas de áreas muito específicas, como em biblioteconomia (Gomes; De Melo Maricato, 2013), ciências contábeis (Silva, 2014), administração e economia (Queiroz, 2014) ou de enfermagem (Oliveira et al., 2007), mas não contemplam uma visão da evolução temporal das relações de cooperação da sua principal universidade, a Universidade Federal de Goiás (UFG), nem explora aspectos de abrangência das relações de cooperação para produção científica dessa universidade.

Conforme Gonçalves (2009), a UFG, por si só, tem aprimorado seu processo de internacionalização, de modo interno, através da admissão e recepção de estrangeiros para constituir o corpo docente, discente e técnico-administrativos, bem como no fomento ao aprimoramento dos processos de ensino-aprendizagem de línguas estrangeiras e à oferta de cursos de Português para Estrangeiros. A própria criação do Núcleo de Relações Internacionais da UFG em 1987 e seu natural fortalecimento ao longo dos anos subsequentes, se transformando em uma Secretaria de Relações Internacionais, demonstram os esforços da instituição em robustecer suas iniciativas de cooperação acadêmica internacional. Além disso, como nos esclarecem Figueiredo, Aguiar e Silva

(2020), houve um intenso empenho, durante muitos anos, para ampliar a participação da UFG em programas de mobilidade internacional e demais projetos de cooperação internacional, conforme os objetivos mencionados no Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) da universidade. Sob essa perspectiva, de acordo com o Plano Estratégico de Internacionalização (UFG, 2021), os objetivos de aproximar a comunidade acadêmica local, nacional e internacional para o aprimoramento de experiências científicas e culturais de estudantes, docentes e técnico-administrativos estão em pauta para implementação a partir de 2022. As ações visam também potencializar os programas de mobilidade e as parcerias com universidades internacionais, contribuindo para a formação de novas redes de coautoria científica.

Com base nas informações apresentadas e sendo a UFG o principal *hub* de produção científica do estado de Goiás, além das suas intenções de contribuir para o processo de internacionalização, este artigo propõe mapear e caracterizar as redes de parcerias para desenvolvimento científico da UFG. Ainda se faz relevante oferecer uma visão institucional sobre as principais características das relações de cooperação, tais como abrangência nacional ou internacional. Este mapeamento da rede de cooperação científica da UFG poderá fornecer importantes resultados para ampliação das políticas internas de fomento à inovação e à produção científica de qualidade, bem como ampliar os horizontes para internacionalização da universidade, visando colocá-la em um patamar mais elevado no contexto de pesquisa científica no Brasil. Num sentido mais amplo, os resultados poderão também contribuir na discussão de novas políticas públicas que ampliem o incentivo à cooperação para o desenvolvimento de C&T no estado de Goiás e eventualmente seu destaque no país.

2 PRODUÇÃO CIENTÍFICA E REDES DE COAUTORIA

A produção científica é fundamental para obtenção de novos conhecimentos na área acadêmica e soluções para problemas que permeiam a sociedade. Durante muitos anos, o modelo de divulgação científica baseou-se na publicação de artigos em periódicos, de forma impressa e, após o advento da internet, também de forma virtual (Miguel; De Oliveira; Grácio, 2016). Inegavelmente, a adoção de recursos informáticos viabilizou

uma impressionante difusão e, concomitantemente, a ampliação das possibilidades de acesso à produção acadêmica. Com esses recursos, tornou-se mais acessível pesquisar e obter fontes bibliográficas, utilizar bancos de informações, analisar dados e redigir artigos científicos (Castiel; Sanz-Valero, 2007).

Segundo Curty e Boccato (2005), as instituições de ensino superior representam, através da tríade pesquisa-ensino-extensão, o principal agente social e meio mais eficiente de produção e divulgação do conhecimento científico. Por conseguinte, a pesquisa configura-se como uma atividade catalisadora das realizações acadêmicas, resultando em maior credibilidade interna e externa da instituição. Assim como, para Corrêa et al. (2017), as publicações científicas são consolidadas como um válido indicador de sucesso e produtividade dos pesquisadores.

O aumento da colaboração científica é uma característica importante da evolução da ciência e do panorama acadêmico atual, determinado pela natureza multidisciplinar e cada vez mais especializada da pesquisa (Corrales-Reyes, 2017; Santos, 2016). Entretanto, essa incidência de esforços colaborativos científicos não é característica somente da atualidade, visto que já ocorriam no século XVII, ainda que em pequena quantidade. Smith, em 1958, já observava a crescente ocorrência de artigos em coautoria e, foi um dos primeiros autores a sugerir que estes artigos pudessem ser usados como proxy da colaboração entre pesquisadores (Katz et al., 1997).

A estrutura de uma colaboração científica apresenta, de forma geral, dois ou mais cientistas que compartilham recursos intelectuais, econômicos e físicos, a fim de atingir resultados, experimentos e, eventualmente publicações. De forma geral, diferentes organizações podem colaborar compartilhando ideias, por meio de correspondência ou discussões em conferências, visitando uns aos outros ou realizando partes de um projeto separadamente e, em seguida, integrando os resultados (Hilário; Grácio; Guimarães, 2018). Nesse cenário, são coautores os pesquisadores que participam ativamente do desenvolvimento da pesquisa e assumem a responsabilidade do seu conteúdo, por meio da assinatura conjunta do texto publicado, de forma que são aptos a apresentar e defender o teor da obra. Estes artigos colaborativos, por meio da coautoria, ampliam a produtividade e a visibilidade dos envolvidos (Maia; Caregnato, 2008).

Para Katz e Martin (1997) a coautoria pode ser considerada como uma representação da colaboração científica, no qual apresenta certas vantagens, como o amplo conjunto de dados e a acessibilidade na prática da pesquisa. Além disso, o tamanho da amostra de informações que é possível analisar usando esta técnica pode ser muito maior e os resultados devem, portanto, ser estatisticamente mais significativos do que os dos estudos de caso. Assim como, para Corrales-Reyes (2017) uma rede de colaboração científica é o vínculo de coautoria que existe entre os diferentes autores da pesquisa, e que deste trabalho emerge uma estrutura relacional que pode ajudar a compreender, gerenciar e prever os resultados da produção científica gerada pelos coautores. A coautoria de artigos científicos provavelmente representa a evidência empírica que permanece registrada, a mais importante da interação entre pesquisadores (Olmeda-Gómez; Perianes-Rodríguez; Ovalle-Perandones, 2008).

Embora a coautoria internacional possa refletir interesses, motivações e características pessoais de cada pesquisador, ainda sim a pesquisa colaborativa auxilia na internacionalização de produção científica de um país e, nomeadamente, da área de estudo e instituição à qual se agrega o pesquisador (Silva; Martins, 2017). Sendo assim, a coautoria é continuamente usada como medida aproximada para colaboração científica, além de ser amplamente aceita no mundo científico e até estimulada por colocar diferentes autores em contato para enfrentar grandes problemas.

3 ANÁLISE DE REDES SOCIAIS

A partir de 1950, com o passar dos anos e a evolução tecnológica, foi possível incorporar análises mais complexas dos dados provenientes da colaboração científica e da coautoria, através de ferramentas e conceitos matemáticos, como a teoria dos grafos. As pesquisas começaram a ser analisadas sob uma abordagem computacional interdisciplinar denominada Análise de Redes Sociais (ARS), que permite a representação das proximidades e associações existentes em um campo científico, as ligações entre os atores e também o papel dos pesquisadores na rede (Mara; Cláudia; Grácio, 2010). Para Maia e Caregnato (2008), o fortalecimento do método de análise de

redes sociais possibilita uma visão abrangente das interações entre as partes, diferentemente das análises que enfocam características individuais.

A ARS é uma ferramenta no qual há a possibilidade de formalização gráfica e quantitativa de conceitos abstraídos a partir de propriedades específicas de um estudo. Pode ser utilizada para entender diferentes contextos envolvendo as relações entre os indivíduos, em uma estrutura em forma de redes. Nas redes de coautoria, quando aplicadas aos métodos da ARS, tem-se a possibilidade de identificar objetivos para produzir incentivo a qualificação da produção científica, bem como de estímulo à internacionalização dessa produção (Silva, 2014). Além da possibilidade de usar como ferramenta analítica de apoio aos gestores nos processos de diagnóstico, planejamento e qualificação das redes e articulações já existentes nessa instituição (Silva; Martins, 2017). Newman (2004) afirma que a rede de coautoria é tanto uma rede que retrata a sociedade acadêmica quanto uma rede que retrata a estrutura de nosso conhecimento, de modo que seus dados representam um excelente recurso para o progresso de projetos acadêmicos.

As representações feitas dentro da Análise de Redes Sociais se baseiam na teoria dos grafos. Essa teoria se faz presente por proporcionar um modelo visual das interações e como elas ocorrem. Em sua aplicação, um grafo é identificado por uma rede, em que os vértices são denominados “nós” e as “arestas” que os conectam, recebem o nome de “ligações”. Assim, na ARS, um grafo é definido por um conjunto finito de nós e suas relações (Grácio; Castanha; Oliveira, 2016).

Dentre os estudos que têm explorado as redes de coautorias por meio da ARS, destaca-se os trabalhos feitos por Cruz et. al (2011) ao analisar a pesquisa de Acedo et al. (2006), que explorou fatores determinantes de coautoria presentes em publicações científicas, publicados em dez dos principais periódicos americanos e europeus, entre 1980 a 2002. O objetivo principal da pesquisa era entender a estrutura de relacionamento configurada entre os pesquisadores da coautoria. Assim como Silva e Martins (2017) destaca a extração e tratamento de dados referentes a publicações da Universidade Federal de Goiás, na base de dados *Web of Science* (WoS), no período de 1999 a 2015, de forma a construir a rede de coautoria como uso de metodologia ARS. Como resultado, foi possível observar que a criação da rede de coautoria demonstra a divisão de grupos e

aspectos importantes que a compõem, por exemplo a internacionalização e o uso das informações obtidas na gestão da pesquisa científica em uma instituição.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada neste projeto tem como base os processos de descoberta do conhecimento previstos no *Knowledge Discovery in Database* (KDD) (Fayyad; Haussler; Stolorz, 1996), no qual estes dados são selecionados, tratados e limpos, transformados para utilização de algoritmos de mineração e análise e, por fim, são validados e publicados. Na busca por compreender os padrões de conhecimento existentes na pesquisa e, em sequência, em seus resultados, utilizou-se da análise de redes sociais. A análise de redes sociais são representações das conexões entre os nós e arestas que determinam algum tipo de relação entre eles. Essa metodologia torna-se adequada para avaliar o desenvolvimento de cooperação entre diferentes atores, cuja principal vantagem é a possibilidade de formalização gráfica e quantitativa de conceitos abstraídos a partir de propriedades e processos característicos.

O objeto de coleta escolhido foram os artigos científicos com dois ou mais autores produzidos pela universidade. Nessa primeira etapa do processo (seleção e coleta) foi utilizado a base de dados da *Web Of Science*. A base foi extraída do portal por se tratar de um dos maiores acervos científicos virtuais do Brasil, contemplando conteúdos produzidos nacionalmente e internacionalmente. Os dados coletados referem-se a artigos produzidos pela UFG em cooperação com outras instituições, a nível nacional e internacional. Para a realização desta coleta, foram utilizadas cerca de 26 variações nominais para identificar o nome da UFG, são elas: *Univ Fed Goias; Univ Fed de Goias; Univ Fed Goiás; Univ Fed de Goiás; Universidade Fed Goias; Universidade Fed de Goias; Universidade Fed Goiás; Universidade Fed de Goiás; Univ Federal Goias; Univ Federal de Goias; Univ Federal Goiás; Univ Federal de Goiás; Universidade Federal Goias; Universidade Federal Goiás; Universidade Federal de Goias; Universidade Federal de Goiás; Goias Federal University; Fed Univ Goias; Goias Fed Univ; University Federal Goias; University Federal of Goias; Fed Goias Univ; Federal Univ Goias; Goias Federal Univ; UFG; Fed Univ Goias UFG*. Levou-se em consideração o

maior número possível de alternativas para se obter um resultado mais assertivo e eficiente.

Além disso, também houve a aplicação dos filtros de tipos de documentos (artigos e artigos de conferência); e com relação ao tempo estipulado (1981-2020). Decidiu-se filtrar somente cooperações com uma quantidade de 2 a 11 autores, visto que as publicações com somente 1 autor não podem ser consideradas como coautorias, além de que foram encontrados artigos com dezenas a até milhares de autores, fato que ultrapassa o bom senso e pode distorcer os resultados, especialmente quando se trata de relações de cooperações. Após aplicar o filtro, essas publicações com representaram cerca de 90,13% das publicações e são suficientes para apontar um acervo de produção científica de qualidade e bem estruturada, levando em consideração o esquema de cooperação científica. Além de que, os quase 10% restantes não impactam de forma direta na elucidação das análises das redes criadas.

Após os dados terem sido selecionados e coletados, iniciou-se a etapa de processamento destes dados, foram retiradas duplicidades, campos vazios e outras inconsistências. Também foi utilizado o OpenRefine para agregar e tratar inconsistências acerca dos nomes das instituições de ensino encontradas na base de dados, para limpeza e transformação de dados confusos, para agrupar e padronizar nomes comuns (Verborgh; De Wilde, 2013). Já na etapa de processamento dos dados, foi utilizado também as funções do Excel, como por exemplo as macros, para estruturação destes dados. Por fim, identificou-se as variáveis pertinentes ao estudo e que facilitam o processo da criação da análise de redes. Entendeu-se que para melhor criar e interpretar as redes de cooperação, as variáveis utilizadas seriam “área de pesquisa”, “título do artigo” “autor”, “agência financiadora”, “ano de publicação” e “instituição de ensino”.

O KDD contempla suas etapas finais como mineração de dados para extração de padrões e interpretação e avaliação destes padrões para obtenção do conhecimento. No presente trabalho, essas etapas foram direcionadas com base nas técnicas da ARS, com uso do Gephi. O Gephi é um pacote de software de código aberto e gratuito para visualização, análise e manipulação de redes e grafos, que nos permite inúmeros recursos para criação e edição das redes. Para a construção das redes, houve uma divisão na base de dados, em 4 décadas, para se ter uma visão temporal da evolução das relações de

cooperação da UFG ao longo desses 40 anos. Além de que, essa divisão foi realizada com o intento de mapear e caracterizar as redes de parcerias para desenvolvimento científico da UFG de modo muito mais detalhado e linear, a fim de extrair estatísticas descritivas importantes e realizar comparações entre os períodos selecionados.

Em cada seção há a demonstração gráfica da rede com as principais métricas calculadas e as instituições de maior destaque na produção científica, dentro daquela década. Como estatísticas de apoio à ARS, foram utilizados os indicadores sobre modularidade, grau médio, centralidade de intermediação, grau de proximidade e Pagerank de tal forma a se obter as análises e constatações necessárias para identificar os parâmetros principais de cada rede. A métrica de modularidade, cujo algoritmo permite agrupar os nós que são mais densamente conectados ao resto da rede e define as comunidades de acordo com a força de suas conexões (Newman, 2006; Blondel et al., 2008), é utilizado para identificação dos clusters de cooperação. O grau médio representa o número médio de conexões dos nós de uma rede e define o peso dos nós conforme a quantidade de suas conexões e a centralidade do grau identifica que, um nó que tem alta centralidade do grau tende a ser um ator relevante na sua rede de relacionamentos (Newman, 2004; Zhang, 2010). Já a centralidade de intermediação caracteriza os “caminhos mais curtos” entre os nós da rede (Newman, 2010; Jackson, 2008). Ademais, o grau de proximidade retrata comprimento médio das distâncias entre um nó e todos os demais nós no grafo. O *PageRank* é uma métrica conhecida na web por ter sido idealizada a partir do protótipo do Google e foi desenhado para pesquisar e indexar as páginas da Web eficientemente e trazer resultados mais satisfatórios do que as ferramentas que existiam até então (Brin; Page, 2012). Em ARS, o Pagerank é utilizado para apontar os nós mais importantes na rede tanto quantitativamente (por possuir conexões com muitos outros nós) quanto qualitativamente (ao estar conectado com outros nós também importantes dentro da rede).

Além disso, nesta etapa de avaliação do conhecimento, também foi utilizado a ferramenta Wordle para geração e análise de nuvem de palavras (Viegas; Wattenberg; Feinberg, 2009; Mcnaught; Lam, 2010). A nuvem de palavras é um método de representação visual de dados proeminentes presentes em um texto, que nesta pesquisa, demonstrou a recorrência das áreas de pesquisas dos artigos selecionados.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nos 40 anos analisados e 13.127 artigos coletados, observa-se a produção científica nacional nas proporções de 80%, 83, 87% e 69% respectivamente para as D1 (1981-1990), D2 (1991-2000), D3 (2001-2010) e D4 (2011-2020). Em complemento, as publicações internacionais saíram de 20% em D1 para 31% em D4. Até 2011, os números médios da produção científica nacional foram de 84% ao ano e, de 2011 a 2021 essa média caiu para 80%. Este comportamento pode ser explicado pelo desenvolvimento tecnológico mundial e avanço da globalização, fato que permitiu às instituições um acesso facilitado a contribuição internacional. Uma situação a se observar, é que o cenário de internacionalização na UFG está cada vez mais intenso e tende a aumentar a contagem de coautoria internacional, visto que nos últimos anos, várias formalidades foram desenvolvidas para o plano estratégico de internacionalização da universidade.

Outro quesito importante a observar o avanço da produção científica estudada é a presença persistente de algumas instituições. De certo modo, a UFG manteve colaborações com as mesmas instituições e o que mudou de fato foi a quantidade de artigos publicados. Vale destacar a USP como sendo a instituição com maior número de coautorias com a UFG, com um total de 1.685 publicações ao longo dos 40 anos, acumulando um total de 26.743 citações. A UNB também tem seu destaque pela produção de 1.252 publicações que trazem consigo 17.952 citações. Seguido pela UNESP com 787 publicações e 9.342 citações e pela UNICAMP com 656 artigos e 11.916 citações. Entende-se que as citações demonstram que a instituição é engajada em realizar uma produção científica de qualidade e que serve como alicerce para a produção de muitos novos artigos, contribuindo para um acervo verificado e embasado de publicações científicas. Ademais, em boa medida, os professores/pesquisadores da UFG são egressos de programas de pós-graduação destas instituições o que mantém e fortalece os laços de colaboração e coautoria.

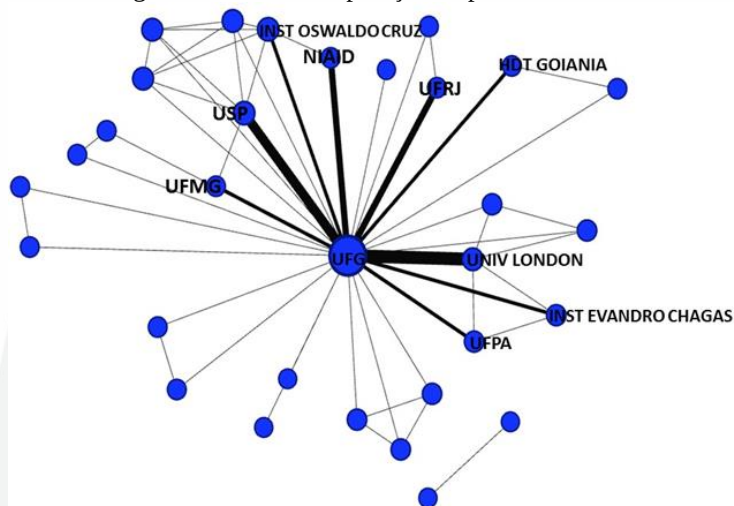
O ranking de artigos com maior número de citações é formado por coautorias entre autores da UFG com a Universidade do Arizona (4.606 citações), a Universidade do Colorado (3.300 citações) e com a Universidade de Connecticut (927 citações), o que demonstra a importância e o grau de qualidade das colaborações internacionais.

5.1 PRIMEIRA DÉCADA (1981-1990)

Ao iniciar a análise da rede de cooperação criada para identificar os padrões existentes na produção científica da primeira década, de acordo com os filtros aplicados que foram citados anteriormente, pôde-se encontrar 81 artigos feitos em cooperação de autores da UFG com outras instituições, no período de 1981 a 1990. Classificando esses artigos por coautoria nacional, tem-se destaque para a UFG com 38 artigos, a Universidade de São Paulo (USP) com 10 artigos, o Hospital de Doenças Tropicais de Goiânia (HDT) com 4 artigos, a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) com 3, e a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), a Universidade Federal de Minas Gerais, a Universidade Federal do Para (UFPA) e o Instituto Evandro Chagas, todos com a produção de 2 artigos. As instituições destacadas representam cerca de 77,7% da produção no âmbito nacional.

Ao analisar a quantidade de artigos classificados em coautorias internacionais, tem-se a Inglaterra com a produção de 10 artigos, os Estados Unidos (USA) com 4 artigos e a Argentina com 2 produções, totalizando 80% da produção internacional da década. Ao tratar a base de dados com informações sobre as instituições que cooperam com a UFG e incorporar estes dados ao Gephi, foi construída a rede de cooperação contendo 36 nós (Instituições) e 56 arestas (Artigos), podendo rede “ego” (network ego). Essa denominação vem do conceito de egoísmo, e o tipo de rede é marcada pela alta concentração de conexões advindas de um mesmo ator. Ao iniciar uma análise baseada na identificação das principais instituições de cooperação e as conexões entre os nós, nota-se a presença de algumas instituições que se repetem durante as décadas de estudo (Figura 1).

Figura 1: Rede de cooperação da primeira década



Fonte: elaborado pelos autores.

Para exemplificar, nota-se UFG como ator central e faz ligações com outros nós extremamente relevantes dentro da rede, pois neste contexto, representam instituições que concentram boa parte da produção científica, comparada ao total. Dentro da rede, os nós representam as instituições dos autores (afiliações) e as arestas (ligações), representam as relações de parceria/coautoria na produção dos artigos científicos. Incorporando os conceitos da centralidade de proximidade, função baseada na noção de distância, e o peso dos nós, tem-se a UNIV LONDON, a USP e o NIAID como atores principais por apresentarem, respectivamente, pesos 5, 4 e 3 e por estarem mais próximos ao nó UFG. É importante salientar que a USP é a instituição parceira destaque nessa rede uma posição bem próxima aos outros nós, servindo como intermediação entre a UFG e as outras instituições. Isso significa que a USP exerceu papel essencial no controle do fluxo informacional entre a UFG e outras instituições que não estão ligadas diretamente a universidade, durante a primeira década. Uma variável importante a se considerar na avaliação da rede proposta é o grau, uma representação numérica que indica a quantidade média de arestas que estão conectadas a um determinado nó. Neste caso, por se tratar de uma network ego, a UFG apresenta um grau de valor 28, enquanto o restante das instituições apresenta valores iguais ou menores que 6. O valor do grau médio, ou seja, a quantidade média de ligações de cada nó é de 3,1. A diferença de valor entre a UFG e as

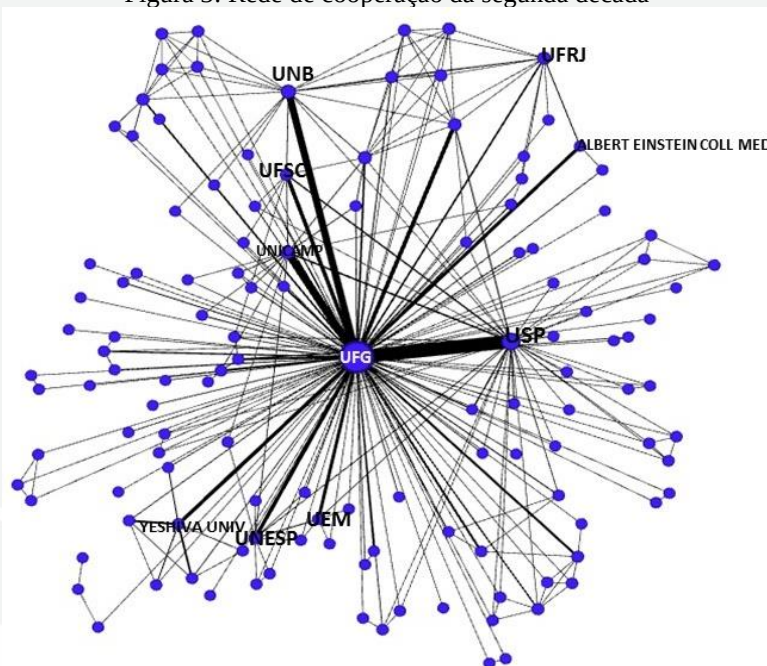
Também se destacou que, na primeira década, a UFG traz uma média de 25 citações por artigos, o Instituto Evandro Chagas com uma média de 42,5 citações por produção; assim como a UFRJ com uma média de 28,7 e a Universidade Sheffield com a média de 29 citações por artigo. Com relação a área de pesquisa abordada na produção científica dessa época, constatou-se, através da nuvem de palavras (Figura 2), uma quantidade maior de artigos na área da saúde, com tópicos de medicina tropical, parasitologia, saúde pública e meio ambiente. Índícios menores nas áreas de química, física, matemática, veterinária e biologia também são observados.

A produção científica com maior número de citações da década recebe o título de “*Identification of a trypanosoma-cruzi antigen that is shed during the acute phase of chagas-disease*” e foi fruto da cooperação entre 2 autores da UFG com 1 da Fundação Campomar e outro autor da Uppsala University, com 177 citações, caracterizando uma contribuição internacional. Esse título também apresenta a Parasitologia como área de pesquisa, sendo esse um dos temas mais abordados na produção da época.

Partindo para a análise da segunda década, a rede de cooperação construída possui 128 nós (instituições) e 298 arestas (artigos), demonstrando um salto considerável de

produção entre a primeira e a segunda década. Esse número representa um total de 324 artigos neste período, sendo 83% uma coautoria nacional e 17% uma coautoria entre autores brasileiros e de outras nacionalidades, considerado uma coautoria internacional. A rede (figura 3) possui nós importantes como a USP, à direita e bem próximo a UFG, com uma aresta bem mais espessa em comparação às demais e, assim, possui o maior peso dentro da rede. Com a produção de 77 artigos em cooperação com a UFG, a USP lidera pódio da produção durante a segunda década, além de acumularem um total de 1.525 citações, o que corresponde uma média de 20 citações por artigos. A temática principal abordada nessas produções foi nas áreas de Física e Química.

Figura 3: Rede de cooperação da segunda década

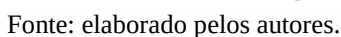


Fonte: elaborado pelos autores.

A Unicamp, no canto superior esquerdo, também representa um importante ator na segunda década, sendo responsável por 35 artigos com as temáticas principais em Química e Biologia. Acumulam 1.145 citações, correspondendo a uma média de 32 citações por artigo. Também vale destacar a UNB, com 30 artigos e 726 citações e a UFMG com 18 artigos e 264 citações. Percebe-se que tanto na primeira década quanto na segunda há uma ênfase nas instituições do sudeste do Brasil, fato que pode ser explicado

Com relação a produção com autores internacionais, destaca-se os USA, com a produção de 46 artigos e que, inclusive trás o artigo de coautoria internacional com maior número de citação (sendo 317 citações), a Rússia com 25 artigos e a Alemanha com 13. Dentre todos os 133 artigos da produção científica internacional, os temas mais frequentes foram Físicos e Medicina.

Figura 4: Nuvem de palavras da segunda década

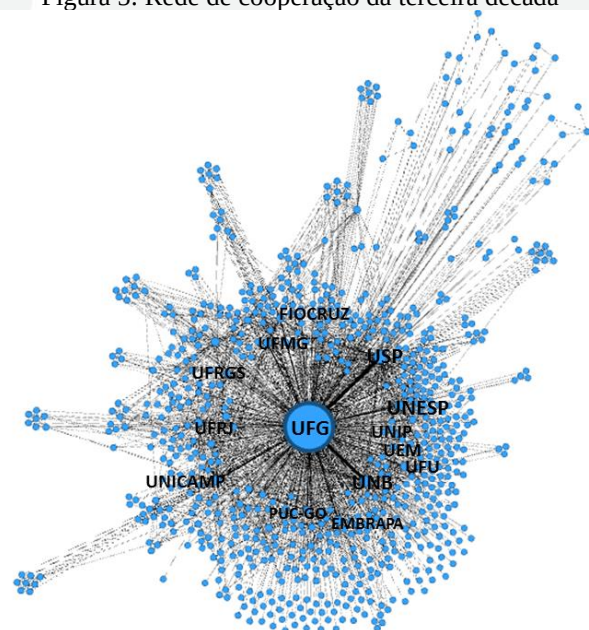


International Journal of Scientific Management and Tourism, Curitiba, v.10, n.3, p. 01-27, 2024

todas as ligações, ou seja, as cooperações existentes. A rede (figura 5) apresenta 784 nós e 2.575 arestas, um aumento de 500% na frequência de instituições, comparada com a produção da segunda década. Esse número corresponde a 2.226 artigos, sendo 87% coautoria nacional e 13% coautoria de autores brasileiros com outros países. As instituições destaque continuam sendo a USP com a produção de 402 artigos e uma média de 22 citações por artigo e a UNB com 393 artigos e uma média de 24 citações por publicação. Os principais conteúdo das produções dessas instituições foi referente a tópicos de física.

Dessa vez, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) mostrou-se um nó em evidência ao trazer 147 artigos e um total de 9.501 citações, correspondendo uma média de 25 citações por publicação, exercendo importante papel na configuração informacional da rede e tornando novos temas destaques, como a agricultura e o agronegócio. A Unicamp continuou sendo parceira da UFG nas colaborações e nesta década, produziu um total de 139 artigos abordando principalmente assuntos de Biologia e Medicina, com 2.928 citações. Outra instituição que veio a aparecer somente a partir da terceira década foi a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO) com 118 artigos e uma média de 26 citações para cada.

Figura 5: Rede de cooperação da terceira década



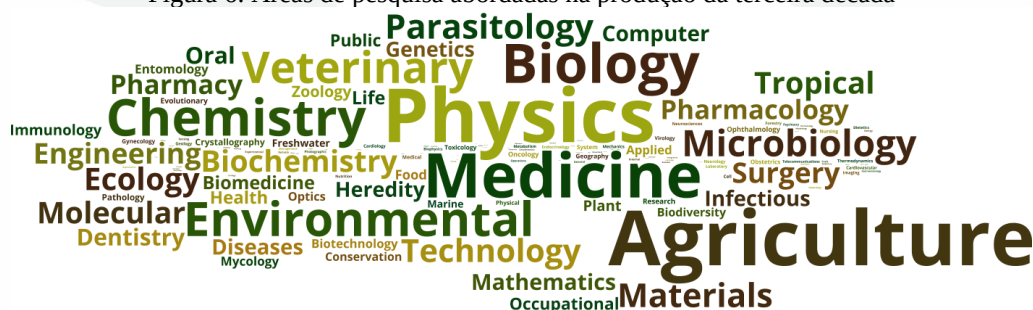
Fonte: elaborado pelos autores.

Interessante observar a influência da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) nesta década, pela produção de somente 66 artigos, mas com um total de 2.777 citações, uma média de 44 citações em cada publicação, um valor médio acima daqueles demonstrados por outras instituições que produziram mais, porém apresentaram um número menor de citações. Isso implica que foram artigos bem escritos e revisados, e que serviram como base teórica de qualidade para novas criações.

Dentre as cooperações entre autores brasileiros e outros países, têm-se um resultado total de 904 artigos e têm-se os USA, Espanha, Argentina, França, Inglaterra e Portugal como países em evidência por representarem, juntos, 61% de toda a produção internacional da década. A principal temática abordada em toda produção internacional foram assuntos em Medicina e Parasitologia (figura 6).

Com relação à área de pesquisa abordada na produção científica geral, averiguou-se que cerca de 38% da produção representam artigos na área das ciências exatas e da terra, com tópicos de física e química, um padrão observado em todas as três décadas analisadas. Observa-se temas relacionados a medicina e agricultura cada vez mais frequentes. A produção científica com maior número de citações da década recebeu um total de 4.606 citações e recebe o título de “*Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices*” e foi resultado da cooperação internacional entre um autor da UFG e um autor da Universidade do Arizona, nos Estados Unidos.

Figura 6: Áreas de pesquisa abordadas na produção da terceira década



Fonte: elaborado pelos autores.

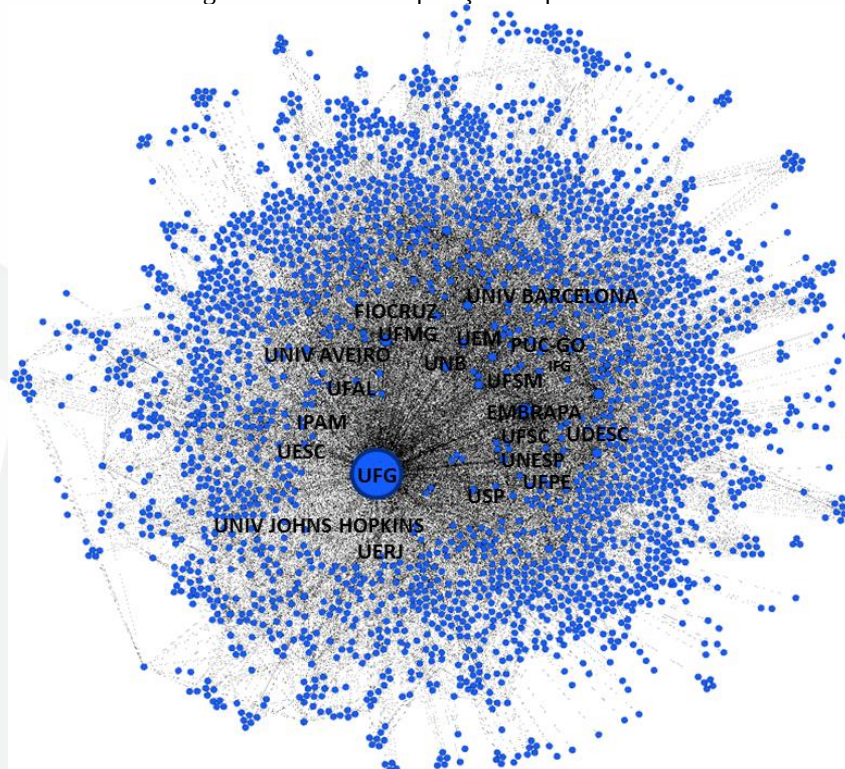
5.4 QUARTA DÉCADA (2011-2020)

Com a análise da quarta e última década é possível observar uma rede bastante concentrada e com um número muito grande de nós, ou seja, instituições. Com um total de 2.705 nós e 12.483 arestas, a rede da quarta década representa 9.235 artigos, a maior de todas as décadas, fato que pode ser explicado devido ao desenvolvimento tecnológico e científico ao longo dos anos, o que permitiu maior acesso à informação e pesquisa de qualidade, além da expansão das universidades brasileiras a partir de meados da década anterior pelo programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) e maior qualificação dos professores e pesquisadores em nível de doutorado. Uma observação interessante dessa década é o aumento da produção científica em coautoria de autores brasileiros com outros países, que passou a ser de 31%, enquanto as coautorias nacionais passaram a ser de 69%.

Nos últimos anos, muitas novas instituições colaboraram com a UFG, por isso tem-se uma enorme quantidade de nós comparada as outras décadas passadas (figura 7). A instituição com maior peso dentro da rede é a USP com a produção de 1.304 artigos e um acúmulo de 15.421 citações, sendo uma média de 12 citações por artigo. O peso pode representar uma métrica importante dentro da rede ao avaliar a quantidade de cooperações da instituição e associar a posição de intermediação de seu nó na representação gráfica da rede. A temática principal de toda a produção da USP foi na área de Química. Em segundo lugar tem-se a UNB com 965 artigos, com as principais temáticas em Tecnologia e Matemática, e uma média de 8 citações para cada; a UNESP tem seu destaque com a produção de 731 artigos e um acúmulo de 6.032 citações, com as principais áreas em agricultura.

Visto a importância de publicações com alto índice de citações, outras instituições importantes destacadas na quarta década são a Universidade de Duke (USA) com 34 artigos e 8.096 citações; a UFAM com a produção de 77 artigos e uma média de 202 citações para cada; e a Universidade de Tehran com 195 publicações e 33.792 citações. Os países destaques desta década foram os USA com 3.757 artigos, o Irã com 1.014 artigos e a Inglaterra com 871. As áreas de pesquisa de maior destaque entre esses países foram, respectivamente, Meio Ambiente, Bioquímica e Ecologia. As áreas de pesquisa de

Figura 7: Rede de cooperação da quarta década



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 8: Áreas de pesquisa da quarta década



Fonte: elaborado pelos autores.

International Journal of Scientific Management and Tourism, Curitiba, v.10, n.3, p. 01-27, 2024

Houve um aumento progressivo no número médio de citações entre a primeira, segunda e terceira década, havendo um decaimento somente na quarta década, o que pode ser explicado pelo fato de que as produções mais recentes vão apresentar, de modo natural, um número menor de citações por não terem sido amplamente divulgadas até o momento da coleta dos dados da pesquisa.

O número de artigos publicados em cooperação se manteve acima dos 94%, um indicador importante para demonstrar a veracidade dos dados da pesquisa. A partir da segunda década houve uma frequência maior de instituições internacionais e país de maior destaque foram os Estados Unidos pela alta concentração de produções em todas as décadas. Percebe-se que, em todas as décadas, as áreas de pesquisa em destaque, tanto nacional quanto internacional, foram relacionadas a ciências exatas e ambientais em geral, com isso, identifica-se uma lacuna com relação a produção científica de qualidade acerca de áreas como ciência da informação, administração e negócios.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de análise de redes sociais traz inúmeras informações a respeito de uma determinada comunidade ou grupo que interage entre si, e neste estudo foi demonstrado o potencial desse tipo de análise de modo a se obter uma visão macro de toda a rede e a possibilidade e aplicabilidade do uso de atributos que tornam a rede única, caracterizam o estudo e torna possível a obtenção de análise gráfica e de estatísticas descritivas acerca das coautorias. A adoção da ARS reforça uma importante contribuição metodológica do projeto de pesquisa aliada ao método de extração de conhecimento KDD, além das contribuições teórico-empíricas relacionadas à temática de redes de cooperação.

A partir do estudo realizado, é possível concluir que a porcentagem de colaborações científicas presentes em todas as décadas, baseado nos filtros aplicados que foram citados anteriormente, ultrapassou 94% (Quadro 1). Isso significa que todo cuidado no momento de processar os dados gerou uma base de dados eficiente e trouxe resultados satisfatórios. Além disso, observa-se que as publicações situadas na última década representam 79% do total de artigos estudados. De fato, a última década representa o maior nível de desenvolvimento científico, pois entende-se que a interdisciplinaridade da

ciência nos dias atuais impulsionam a interação entre pesquisadores de diferentes áreas, aproximados por temas de interesse, possibilitando a contribuição intelectual específica e aprofundada de cada pesquisador envolvido, o que possibilita obter resultados mais amplos, densos e precisos, com discussões e conclusões mais lapidadas e amadurecidas (Hilário; Grácio; Guimarães, 2018).

Quadro 1: Panorama geral da produção científica em todas as décadas

Década	Qtd Artigos	Qtd Citações	Citações por artigo	Áreas Pesquisa	% Cooperação	Principais Instituições Parceiras	% Cooperação Internacional	Principais Países Parceiros Internacionais
D1	47 (0,4%)	730 (0,4%)	15,5	Medicina Tropical; Parasitologia	100%	USP; UNIV LONDON; HDT GOIANIA; UFRJ; NIAID	20%	INGLATERRA; EUA
D2	346 (2,7%)	7.486 (4,5%)	21,6	Física; Química; Plantas; Bioquímica e Biologia Molecular; Medicina Tropical	94,2%	USP; UNICAMP; UNB; UFMG; YESHIVA UNIV; UNESP; LUMUMBA UNIV; UEM; UFSC; PUC-GO	16,8%	EUA; RUSSIA; ALEMANHA; FRANÇA
D3	2.354 (18%)	57.585 (34,8%)	24,5	Ecologia e Meio Ambiente; Ciência e tecnologia; Sensoriamento Remoto; Física	97,1%	USP; UNB; EMBRAPA; UNICAMP; PUC-GO; UNESP; UFMG; UFU	12,6%	EUA; ESPANHA; ARGENTINA; FRANÇA
D4	10.309 (79%)	99.796 (60,3%)	9,7	Ciência e Tecnologia; Ecologia e Meio Ambiente; Química; Física	96,3%	USP; UNB; UNESP; UFMG; UNICAMP; UFU; UFPA; EMBRAPA; PUC-GO; UEG; IF GOIANO; UNIFESP	31,2%	EUA; IRÃ; INGLATERRA; ESPANHA; ITÁLIA; INDIA; FRANÇA; ETIOPIA

Fonte: elaborado pelos autores.

Com relação as principais instituições parceiras da UFG durante as décadas, a USP se destacou em todas, de modo a confirmar o estudo feito por Ferreira et. al (2018) ao identificar que a instituição é destaque na produção de artigos em cooperação científica, através da análise dos anais do Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciência da Informação (ENANCIB). Assim como os EUA são o país de maior destaque entre as cooperações de cunho internacional, em todas as décadas. Nas primeiras 3 décadas, havia uma concentração maior de produção científica internacional entre países da Europa e América do Norte. No entanto, na quarta década é possível encontrar países da Ásia (Índia e Irã) e da África (Etiópia), fato importante para exemplificar a magnitude das pesquisas da UFG, no qual estão alcançando países do mundo todo e tornando a pesquisa científica cada vez mais aplicada e irrestrita. Este fato também contempla o desenvolvimento científico e tecnológico dos países envolvidos.

Pelo estudo realizado, conclui-se que embora a comunidade científica brasileira esteja cada vez mais receptiva a redes de colaboração, o percentual de publicações entre pesquisadores da mesma instituição ainda é relativamente alto. Para exemplificar, durante as 3 primeiras décadas o percentual de colaborações entre autores brasileiros foram de, respectivamente, 80,1%, 83,2% e 87,3%. Somente na última década estudada que essa porcentagem sofreu um decréscimo para 68,7%. Conforme Corrêa et. al (2017) esclarece a importância do conhecimento advindo das publicações científicas como o meio de divulgação de descobertas na ciência, entende-se a relevância de coautorias internacionais para que haja esse intercâmbio de informações. Contudo, ainda é possível observar uma porcentagem menor que 50% de colaborações em nível internacional, se tratando da UFG. Visto que existe todo um movimento previsto no Plano de Internacionalização (UFG, 2021), faz-se necessário permanecer coerente nos objetivos das atividades previstas no plano para que esse percentual aumente cada vez mais e traga muitas oportunidades de crescimento e evolução científica para a universidade.

De acordo com Katz e Martin (1997), a pesquisa científica é capaz de estimular o desenvolvimento em Ciência e Tecnologia (C&T) de uma instituição, logo a pesquisa colaborativa se torna um parâmetro relevante de mensuração desse progresso. Visto que o plano estratégico de internacionalização da UFG inicia-se em 2022, espera-se que, após a conclusão e exposição da pesquisa, ela sirva como um mapa das relações de cooperação de produção científica da UFG, servindo para orientar ações de parcerias, especialmente aquelas que possam impulsionar o processo de internacionalização da instituição.

REFERÊNCIAS

- BLONDEL, Vincent D. et al. Fast unfolding of communities in large networks. **Journal of statistical mechanics: theory and experiment**, v. 2008, n. 10, p. P10008, 2008.
- BRIN, S.; PAGE, L. Reprint of: The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine. **Computer networks**, v. 56, n. 18, p. 3825-3833, 2012.
- CASTIEL, LUIS; DAVID E SANZ-VALERO, JAVIER. Entre fetichismo e sobrevivência: o artigo científico é uma mercadoria acadêmica? **Cadernos de Saúde Pública** [online]. 2007, v. 23, n. 12.
- CORRALES-REYES, IBRAÍN ENRIQUE. Coautoría y redes de colaboración científica en Medwave. **Medwave**, [S. l.], v. 17, n. 9, 2017.
- CORRÊA, EDILSON A.; SILVA, FILIPI N.; DA F. COSTA, LUCIANO; AMANCIO, DIEGO R. Patterns of authors contribution in scientific manuscripts. **Journal of Informetrics**, [S.l.], v. 11, n. 2, p. 498–510, 2017. DOI: 10.1016/j.joi.2017.03.003.
- CURTY, MARLENE GONÇALVES; BOCCATO, VERA REGINA CASARI. O artigo científico como forma de comunicação do conhecimento na área de Ciência da Informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [S.l.], v. 10, n. 1, mar. 2008. ISSN 19815344.
- FAYYAD, U.M., HAUSSLER, D., STOLORZ, P. Mining Scientific Data. **Communications of the ACM**, v. 39, n. 11, p. 51-57, 1996a.
- FIGUEIREDO, F. J. Q. de., AGUIAR, O. B. de; SILVA, A. N. A Universidade Federal de Goiás. In: TACORONTE, D. V.; SANTANA, A. G. (ed.). **Internationalization of Latin American Peripheral Universities through sustainable integration and inclusive implementation of International Relations Offices**. Las Palmas de Gran Canaria: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Servicio de Publicaciones y Difusión Científica, 2020. p. 74-88.
- GONÇALVES, S. Internacionalização em casa: a experiência da ESEC. **Exedra**, n. 1, p. 139-166, 2009. Disponível em: <http://exedra.esec.pt/docs/01/139-166.pdf> Acesso em: 20 mar. 2021.
- GRÁCIO, M. C. C. “Colaboração científica: Indicadores Relacionais De Coautoria”. **Brazilian Journal of Information Science: Research Trends**, vol. 12, nº 2, agosto de 2018, doi:10.36311/1981-1640.2018.v12n2.04.p24.
- GRÁCIO, MARIA CLAUDIA CABRINI; CASTANHA, RENATA; OLIVERA, E. A teoria dos grafos e sua aplicação na análise bibliométrica. 2016.

HILÁRIO, C. M.; GRÁCIO, M. C. C.; GUIMARÃES, J. A. C. Aspectos éticos da coautoria em publicações científicas. **Em Questão**, v. 24, n. 2, p. 12-36, 2018. DOI: 10.19132/1808-5245242.12-36.

JACKSON, M. O. Social and economic networks. Princeton: Princeton university press, 2008.

KATZ, J. SYLVAN; MARTIN, BEN R. What is research collaboration?. **Research Policy**, Volume 26, Issue 1, 1997, Pgs 1-18, ISSN 0048-7333, [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(96\)00917-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(96)00917-1).

MAIA, MARIA DE FÁTIMA S.; CAREGNATO, SÔNIA ELISA. Co-autoria como indicador de redes de colaboração científica. **Perspectivas em Ciência da Informação** [online]. 2008, v. 13, n. 2. pp. 18-31.

MCNAUGHT, C.; LAM, P. Using Wordle as a supplementary research tool. **The qualitative report**, v. 15, n. 3, p. 630, 2010.

MIGUEL, S.; TANNURI DE OLIVEIRA, E.F.; CABRINI GRÁCIO, M.C. Scientific Production on Open Access: A Worldwide Bibliometric Analysis in the Academic and Scientific. **Context**. 2016. <https://doi.org/10.3390/publications4010001>.

MOURA, A. M. M.; CAREGNATO, S. E. Co-autoria em artigos e patentes: um estudo da interação entre a produção científica e tecnológica. **Perspectivas em ciência da informação**, v. 16, n. 2, p. 153-167, 2011.

NEWMAN, M. Coauthorship Networks and Patterns of Scientific Collaboration. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. p.101. 2004.

NEWMAN, M. E. J. Modularity and community structure in networks. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 103, n. 23, p. 8577-8582, 2006.

OLMEDA-GÓMEZ, C.S; PERIANES-RODRÍGUEZ, A.; OVALLEPERANDONES, M. Estructura de las redes de colaboración científica entre las universidades españolas. **Ibersid: revista de sistemas de información y documentación**, [S. l.], v. 2, n. 0, p. 140- , 2008.

SANTOS, José António C. Co-authorship networks: Collaborative research structures at the journal level. **Tourism & Management Studies**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 5–13, 2016.

SILVA, ALZIRA KARLA ARAÚJO DA. The Dynamics of Social Networks and the Collaborative Networks. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, [S. l.], v. 4, p. 27–47, 2014.

SILVA, EDUARDO ALVES; MARTINS, DALTON LOPES. Rede de coautoria da Universidade Federal de Goiás: o impacto de publicações internacionais. **AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 91, 2017.

VANZ, Samile Andrea de Souza; STUMPF, Ida Regina Chittó. Colaboração científica: revisão teórico-conceitual. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 15, p. 42-55, 2010.

VERBORGH, Ruben; DE WILDE, Max. Using OpenRefine. Packt Publishing Ltd, 2013. VIEGAS, F. B.; WATTENBERG, M.; FEINBERG, J. Participatory visualization with Wordle. **IEEE transactions on visualization and computer graphics**, v. 15, n. 6, p. 1137-1144, 2009.

ZHANG, P. et al. Who are leading the change? The impact of China's leading PV enterprises: A complex network analysis. **Applied Energy**, v. 207, p. 477-493, 2017.