



A TEORIA DOS GRAFOS E SUA APLICAÇÃO NA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Maria Cláudia Cabrini Grácio¹;
Renata C. Gutierrez Castanha²;
Ely Francina Tannuri de Oliveira³

Eixo temático: 06. Métodos, Técnicas e Ferramentas.

A teoria dos grafos (TG) é um importante ramo da matemática discreta, com aplicações em diferentes áreas do conhecimento, tais como Administração, Informática, Economia, Física, Química, Engenharias, Educação, Ciências Sociais e Ciência da Informação, entre outras. Assim, suas aplicações vão desde problemas de localização e traçado de rotas, projetos de informática, redes de computadores, circuitos eletrônicos e redes sociais aplicadas nestas diferentes áreas do conhecimento. Um grafo é um objeto matemático, ou estrutura matemática, formado por dois conjuntos: um conjunto de vértices (V) e um conjunto de arestas, que apresentam as relações entre os vértices. Os elementos de V podem ser de naturezas diversas, como resistências elétricas, alunos, elementos químicos, pesquisadores, cidades, instituições, países, entre outros. Os vértices em V podem estar divididos em dois grupos distintos e neste caso, o grafo é denominado *2-mode*, em que os vértices podem se relacionar somente com vértices do outro grupo (WASSERMAN; FAUST, 1994). As arestas, que representam as relações entre os vértices, podem também ser de naturezas diversas, como fluxo de eletricidade, amizade, reação química, cocitação, rodovias, colaboração científica e relações diplomáticas, entre outras. É possível que haja mais de uma ligação entre dois vértices, denotando-se o número p de ligações possíveis entre os vértices por *p-grafo* (BOAVENTURA; JURKIEWICZ, 2009). Os grafos podem ser classificados como orientados, quando a relação entre os vértices (representada pela aresta) apresenta um sentido, indicado por uma seta, e não orientados, quando não há orientação/direção na relação que liga os vértices. No caso de um grafo não orientado, a matriz de adjacência é quadrada e simétrica, ao passo que em um grafo orientado, a matriz de adjacência não é simétrica e não necessariamente quadrada. Os grafos podem ainda ser não valorados ou valorados (as ligações recebem valores diversos). Inúmeras propriedades são estabelecidas e estudadas sobre os conceitos e elementos constituintes de um grafo, entre elas subgrafos, conectividade, coesão, clique, caminhos, diâmetro, centralidade, díades e tríades. Por volta de 1950, surge o conceito de redes sociais, tendo como principal base a sociometria e, com a incorporação de ferramentas e conceitos matemáticos, como a teoria dos grafos, e computacionais, vem evoluindo constantemente. Na Bibliometria, subárea da Ciência da Informação, mais especificamente os indicadores bibliométricos de ligação, a análise de redes sociais (ARS), vem se consolidando como ferramenta fundamental de estudo e de amplo entendimento de fenômenos sociais, como redes de cocitações, estruturas de colaboração científica, redes temáticas de produção científica e outras formas de redes de interação social (OTTE; ROUSSEAU, 2002). Este trabalho, de

¹ UNESP/ Campus de Marília. E-mail: cabrini@marilia.unesp.br

² E-mail: rgutierrez@gmail.com

³ UNESP/ Campus de Marília. E-mail: etannuri@marilia.unesp.br



natureza teórica, tem como objetivo analisar a fundamentação teórica da ARS, que compõe um dos procedimentos nas análises bibliométricas. Mais especificamente, objetiva analisar quais elementos da teoria dos grafos estão presentes nas análises de redes sociais e apontar possibilidades de aprofundamento e uso pleno dos recursos que a TG oferece. Justifica-se esta pesquisa no fato de serem poucos os estudos de redes sociais (RS) que analisem sua fundamentação teórico-matemática da teoria dos grafos e o potencial de aplicação dessa teoria matemática à ARS. Associado a este fato, observa-se que, apesar de as redes sociais serem representadas por grafos desde o princípio, muitos especialistas da área de Ciências Sociais e da Informação nem sempre conhecem a origem de tal representação. Justifica-se, ainda, por oferecer elementos teóricos que darão maior consistência aos estudos e análises que envolvem redes sociais. Como procedimento de trabalho, utilizou-se a revisão de literatura, procurando sempre dar ênfase à produção relativa à teoria dos grafos dentro da análise de redes, por meio da análise documental e com destaque àqueles conteúdos que melhor explicitem a ARS na Bibliometria. Observa-se na literatura que na ARS, a utilização da teoria dos grafos se faz presente por proporcionar um modelo para representação visual das mesmas e as interações que nelas ocorrem. Em sua aplicação em Análise de Redes Sociais, um grafo é identificado por uma rede, em que os vértices são denominados “atores” e as “arestas” que os conectam, recebem o nome de “ligações”. Assim, na ARS, um grafo é definido por um conjunto finito de atores e suas relações. Observa-se que, nos estudos bibliométricos, têm se identificado os atores com pesquisadores, instituições científicas, países e temáticas ou áreas do conhecimento. As ligações não direcionadas (arestas) têm sido identificadas com a frequência de coautorias, de citações e de coocorrência de palavras ou temáticas. As ligações direcionadas (arcos) têm sido associadas às frequências de citações de um pesquisador citante para um pesquisador citado. Diversos estudos bibliométricos que utilizam a ARS têm se preocupado em analisar alguns indicadores de rede, principalmente a coesão, via cálculo de densidade, e centralidade dos atores, via cálculo de centralidade de grau, de proximidade e de intermediação. Tais análises têm auxiliado os pesquisadores nas descobertas de padrões na rede que poderiam se tornar imperceptíveis em outras circunstâncias, evidenciando por meio de uma modelagem mais precisa toda configuração de uma rede científica. Observa-se ainda que, apesar de a representação estrutural das redes científicas, sejam elas sociais ou cognitivas, estarem baseadas na teoria dos grafos e seu vocabulário básico ser bastante utilizado pelos pesquisadores de área, muitos elementos desta teoria ainda não foram utilizados e enriqueceriam as análises bibliométricas. Entre eles, destacam-se os estudos de redes *2-mode*, considerando dois grupos de vértices, tais como pesquisadores e eventos científicos, pesquisadores e temáticas de frente de pesquisa, temáticas e instituições de pesquisa ou países, entre outros. Ainda, os estudos de p-grafo em bibliometria, nos quais o conjunto de pesquisadores (vértices) podem apresentar mais de um tipo de relação, como coautoria de artigos, coautoria de capítulos de livro e orientação, entre outras. Partindo desses apontamentos, surge a necessidade de uma utilização mais abrangente dos elementos e propriedades disponíveis em teoria dos grafos nos estudos bibliométricos, em sua vertente ARS, mas também de participação de estudiosos de outras áreas que podem contribuir com os estudos bibliometria e Ciência da Informação.

Referências

BOAVENTURA NETTO, P.O.; JURKIEWICZ, S. *Grafos: Introdução e prática*. São Paulo: Editora Blucher, 2009.



OTTE, E.; ROUSSEAU, R. Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of information Science*. v. 28, n.6 , p. 441-453, 2002.
WASSERMAN, S.; FAUST, K. *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.