

## **BIBLIOMETRIA, CIENCIOMETRIA E UM POSSÍVEL CAMINHO PARA A CONSTRUÇÃO DE INDICADORES E MAPAS DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA**

**Resumo:** A partir da percepção de que a construção de indicadores científicos pode representar fonte de interesse estratégico para a academia e empresas, o artigo apresenta uma breve exploração acerca de um possível caminho para a construção de tais indicadores. Inicialmente, expõe as definições, propósitos e aplicações da bibliometria e cienciometria. Em seguida, além de introduzir o conceito de mapa científico, esclarece as diferenças entre indicadores de primeira e segunda geração, baseado em exemplos que demonstrem seus tipos e finalidades, e indica as etapas básicas a serem desenvolvidas para sua construção. Também são apresentados alguns dos softwares bibliométricos disponíveis para auxiliar na conversão de um volumoso corpo teórico em informações estratégicas e simplificadas. Por fim, apresenta suas considerações finais, baseada na constatação de que a bibliometria e a cienciometria necessitam de buscar caminhos adequados para se transformar cada vez mais em fontes estratégicas para o desenvolvimento científico.

**Palavras-chave:** Bibliometria. Cienciometria. Mapa Científico. Indicadores científicos.

**Lorena Stephanie de Camargo**  
Mestre em Ciência da Informação pela  
Universidade Federal de Minas Gerais  
(UFMG), Belo Horizonte, Brasil  
[lorenacamargo91@yahoo.com.br](mailto:lorenacamargo91@yahoo.com.br)

**Ricardo Rodrigues Barbosa**  
Doutor em Administração de Empresas,  
pela Columbia University.  
Professor titular do Departamento de Teoria  
e Gestão da Informação, da Escola de  
Ciência da Informação, da Universidade  
Federal de Minas Gerais (UFMG),  
Belo Horizonte, Brasil  
[rbarb@gmail.com](mailto:rbarb@gmail.com)

## **BIBLIOMETRIY, SCIENTOMETRY AND A POSSIBLE WAY FOR THE CONSTRUCTION OF INDICATORS AND MAPS OF SCIENTIFIC PRODUCTION**

**Abstract:** Based on the perception that the construction of scientific indicator can represent a strategic interest for the academy and companies, the article presents a brief exploration about a possible path for the construction of such indicators. Initially, it exposes the definitions, purposes and applications of bibliometry and scientometry. Then, in addition to introducing the concept of scientific map, it clarifies the differences between first and second generation indicators, based on examples that demonstrate their types and purposes, and indicates the basic steps to be developed for their construction. Also presented are some of the bibliometric software available to assist in the conversion of a large theoretical body into strategic and simplified information. Finally, it presents its final considerations, based on the fact that bibliometry and scientometry need to find suitable ways to become increasingly strategic sources for scientific development.

**Keywords:** Bibliometry. Scientometry. Scientific Map. Scientific indicators

## 1 INTRODUÇÃO

Compreender a evolução de determinada área do conhecimento ou assunto pode se revelar como tarefa desafiadora. Durante séculos a produção de conhecimento e a evolução do pensamento científico se deram a passos lentos; no entanto, a ampliação das indústrias da informação e do conhecimento, a mudança na geografia das disciplinas científicas e o avanço das tecnologias da informação e da comunicação (LE COADIC, 2003; TARGINO, 2000) promoveram a ampliação da produção e disseminação de trabalhos e pesquisas científicas. Como consequência, a análise do estado da arte de qualquer campo do conhecimento tornou-se algo mais complexo, pois a nova dinâmica de produção do conhecimento imputou aos pesquisadores um fenômeno similar ao que ocorre no âmbito das empresas: é preciso lidar com volumes de informações além da capacidade de humana de processamento.

Ao passo que a ciência influencia há séculos a humanidade, ampliando de forma permanente e contínua as fronteiras de conhecimento (TARGINO, 2000), compreender sua evolução e estruturação pode favorecer o estabelecimento de políticas, o fomento à pesquisa, a compreensão de fenômenos naturais e sociais, o desenvolvimento de novas práticas e o próprio crescimento do saber. Logo, torna-se latente a necessidade de métodos e técnicas que viabilizem o acompanhamento e a visão geral de um corpo de conhecimento que se expande continuamente.

Vanti (2002) e Castanha e Grácio (2013), acompanhando a expansão da produção científica e da tecnologia, argumentam que é cada vez mais evidente a necessidade de identificar, evidenciar e visualizar os avanços e o desenvolvimento alcançados por uma temática, disciplina ou área do conhecimento. Já Hayashi (2012, p. 3), baseando-se nos ensinamentos de Prince (1963), relata que, com o crescimento exponencial da informação científica, os procedimentos de análise passaram a exigir a aplicação de “técnicas estatísticas aos escritos científicos”. Assim, métodos matemáticos passaram a ser aplicados aos registros bibliográficos, desenvolvendo formas de medição voltadas à avaliação da ciência e dos fluxos da informação, dentre as quais destacam-se a bibliometria e a cienciometria (VANTI, 2002, p. 152).

A bibliometria e a cienciometria apresentam um poderoso conjunto de medidas para o estudo da comunicação acadêmica. No entanto, a maioria destes estudos se concentra principalmente na medição do desempenho dos atores científicos, sendo poucas as pesquisas

que utilizam essas técnicas para medir o desempenho de temas ou áreas temáticas (COBO *et al.*, 2011; HAYASHI; LETA, 2013). Isso significa que, seja por falta de conhecimento dessas técnicas ou devido à falsa impressão de que o uso de técnicas bibliométricas e cienciométricas requer habilidades avançadas de estatísticas e softwares, tais técnicas muitas vezes são utilizadas aquém de sua real capacidade, sendo que o uso de tais recursos pode se revelar como fonte de interesse estratégico não só para pesquisadores e universidades, mas também para instituições de fomento, empresas de base tecnológica e empresas de uma maneira geral. Sobre esse tema, Garfield e Welljams-Dorof (1992, p. , tradução nossa) apontam que

autores de políticas públicas, gestores de pesquisa corporativa e administradores de universidades precisam de indicadores sobre Ciência, Tecnologia válidos e confiáveis para uma variedade de propósitos: por exemplo, para medir a eficácia das despesas de pesquisa, identificar as áreas fortes e de excelência, estabelecer prioridades para o planejamento estratégico, monitorar seu desempenho em relação aos seus pares e concorrentes, e identificar especialidades emergentes e novas tecnologias para desenvolvimento acelerado.

A baixa utilização das técnicas bibliométricas e cienciométricas indica que, se a princípio muito do desenvolvimento e interesse em tais indicadores estavam voltados a questões simplificadas, como a medição do crescimento bibliográfico, nesse novo plano, estudos voltados à avaliação quantitativa dos resultados científicos passam a despontar como aquilo que Penteado (2013) elenca como uma nova estratégia para organizações inteligentes. Sobre essa ótica, o desenvolvimento dessas práticas pode se tornar importantes aliadas para se fomentar, por exemplo, a aproximação entre universidades e empresas, além da efetiva aplicação do conhecimento desenvolvido em prol do país, assim como preconiza o novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, publicado em 2016.

Se a enorme quantidade de dados disponíveis é agora passível de um tratamento sistemático, que conduza à aquisição de informações para tratar questões de singular importância como a dinâmica mundial de produção e transferência de conhecimento, cabe aos profissionais da área de informação buscar os caminhos e meios adequados para que a bibliometria e a cienciométrica se tornem ferramentas ágeis e relevantes para o desenvolvimento de mapas científicos e indicadores de inovação.

Considerando o contexto exposto e com base nos estudos de autores como Börner, Chen e Boyack (2003), Cobo *et al.* (2011, 2012), Garfield (1994), o presente artigo apresenta

e discute as técnicas e indicadores bibliométricos e cienciométricos, exemplificando o potencial de informações passíveis de serem obtidas a partir da aplicação dessas técnicas. O trabalho também explora a proposta do mapeamento científico e apresenta uma visão geral das etapas necessárias para que os indicadores sejam construídos, bem como os softwares que podem auxiliar nesse processo. Finalmente, faz alguns apontamentos sobre a percepção gerada pelo presente estudo e indica caminhos a explorar dentro da área.

## **2 BIBLIOMETRIA E CIENCIOMETRIA**

Conhecida originalmente como bibliografia estatística, as premissas do conceito de bibliometria remetem ao início do século XIX. Todavia, sua nomenclatura e evolução em termos de fundamentos e aplicações ocorreram ao longo do século XX (SPINAK, 1996). Definida por Pritchard (1969 apud SPINAK, 1996, p. 34, tradução nossa) como “a aplicação da matemática e dos métodos estatísticos para analisar o curso da comunicação escrita e o curso de uma disciplina”, a bibliometria oferece um poderoso conjunto de informações para o estudo de domínios do conhecimento.

As aplicações tradicionais da bibliometria são comumente voltadas para a avaliação da produção acadêmica por meio de indicadores de produtividade científica que incluem, por exemplo, os seguintes:

- número de artigos publicados,
- impacto medido pelo número total de citações recebidas,
- número médio de citações por artigo,
- número de artigos com contagem de citações acima da média e
- valores potenciais de artigos adquiridos através do fator de impacto dos periódicos nos quais foram publicados.

No entanto, a bibliometria também pode descrever partes da realidade, em especial, padrões sociológicos da comunicação científica. De fato, diversos têm sido os usos dos métodos bibliométricos, seja para explorar o impacto de um campo do conhecimento, de um

conjunto de pesquisadores, de determinado artigo ou até mesmo de uma instituição (HJORLAND; ALBRECHTSEN, 1995; BORGMAN; FURNER, 2002; COBO *et al.*, 2011).

A cienciometria, por sua vez, surge na década de 80, emergindo da visualização de domínios baseado nas citações. Suas primeiras definições consideravam a cienciometria como a “medição do processo informático”, (BÖRNER; CHEN; BOYACK, 2003; SPINAK, 1996) um conceito que foi se ampliando até ser enunciado como “o estudo dos aspectos quantitativos da ciência enquanto uma disciplina ou atividade econômica” (TAGUE-SUTCKIFEE, apud MARCIAS-CHAPULA, 1998, p. 154), ou como Börner, Chen e Boyack (2003) sintetizam, “o estudo quantitativo da comunicação científica, que aplica bibliometria interaliada à literatura científica”. Conforme (SPINAK, 1996), os temas de interesse da cienciometria incluem os seguintes:

- crescimento quantitativo da ciência,
- desenvolvimento das disciplinas e subdisciplinas,
- obsolescência de paradigmas científicos,
- relação entre desenvolvimento científico e econômico, etc.

Para garantir o alcance de seus objetivos, a cienciometria utiliza documentos publicados, principalmente artigos de periódicos, para construir uma visão geral das produções científicas e tecnológicas de determinada área do conhecimento, país ou região (COBO, 2011) e, conseqüentemente, gerar uma percepção do cenário de evolução e aplicação do conhecimento dentro do campo analisado.

A diferença entre bibliometria e cienciometria está que a primeira focaliza a produção, disseminação e uso da informação, enquanto a cienciometria se concentra nas atividades que geram, propagam e utilizam a informação. Ou seja, a bibliometria fornece uma visão da produtividade e da qualidade das pesquisas e a cienciometria favorece a noção das temáticas e caminhos que se encontram na pauta da exploração científica.

Quando combinadas, as técnicas da bibliometria e da cienciometria possibilitam, conforme Spinak (1996, 1998), Marcias-Chapula (1996) e Vanti (2002) os seguintes:

- identificar as tendências e o crescimento do conhecimento em uma área;
- identificar as revistas do núcleo de uma disciplina;

- identificar os usuários de uma disciplina;
- prever as tendências de publicação;
- estudar a dispersão e a obsolescência da literatura científica;
- prever a produtividade de autores, organizações e países;
- medir o grau e padrões de colaboração entre autores;
- analisar os processos de citação e cocitação;
- avaliar os aspectos estatísticos da linguagem, das palavras e das frases;
- medir o crescimento de determinadas áreas e o surgimento de temas.

Embora muitos dos estudos utilizem essas técnicas de forma mais simplificada, para identificar a evolução das publicações ou identificar os autores, periódicos e palavras mais relevantes das áreas, sua real vantagem está na agilidade e na capacidade que os métodos e técnicas de tratamento, análise e visualização de informações baseadas em princípios estatísticos têm em demonstrar informações sobre perspectivas além das habituais, indicando “quem está fazendo o quê, onde, quando, como e com quem, o que é importante e o que será importante, mapear inovações e a evolução da ciência, das técnicas, tecnologias, patentes”, além de identificar perfis de áreas de interesse, mapear relacionamento, tópicos e equipes, analisar tendências e desenvolver indicadores de inovação (PENTEADO, 2013, p. 140).

A Universidade de São Paulo (USP), por exemplo, conta desde 2014 com um grupo de estudos bibliométricos, que tem como uma de suas iniciativas o programa de bibliometria e indicadores científicos, cujo objetivo é a geração de informações relevantes que deem suporte às políticas e gestão das atividades de ensino, pesquisa e extensão da Universidade. Já Vaughan e You (2008) demonstram como empresas utilizaram práticas baseadas em bibliometria para mapear posições de concorrência entre empresas do setor de telecomunicações, enquanto Rostaing (2003) relata que práticas bibliométricas auxiliaram na construção dos sistemas de inteligência competitiva em diversas empresas francesas, como a L’oreal.

Isso indica que, entre os dois possíveis momentos de análise e representação das informações para fins de acompanhamento do desenvolvimento científico, destaca-se o interesse nos indicadores de *output* (resultados/produtos) em relação aos indicadores de *input* (insumos/recursos investidos). Ou seja,

como, obviamente há limitações no uso somente dos indicadores de insumo (input), que são muito superficiais para o entendimento da dinâmica Científica e Tecnológica nos mais diversos níveis de análise, tomadores de decisão e estrategistas engajados na área de C&T e P&D passam gradativamente a se interessar por indicadores de resultados (output). (MARICATO; NORONHA, 2013, p. 29).

Todavia, são vários os indicadores passíveis de serem construídos com base nos resultados e produtos oriundos das atividades acadêmicas e científicas. Portanto, conhecê-los e identificar seus propósitos é fundamental para se conseguir selecionar e combinar aqueles que são pertinentes aos objetivos, enfoques e aplicações que se deseja alcançar.

### **3 INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS E CIENCIOMÉTRICOS**

A partir de revisão realizada na área, Maricato e Noronha (2013) argumentam que, em geral, os indicadores bibliométricos e cienciométricos possuem como objetivos: medir a produtividade científica e tecnológica; identificar o uso e a qualidade dos documentos; indicar a colaboração e as redes sociais do campo; e investigar as relações temáticas das áreas. Com base nesses indicadores são construídos *rankings*, índices, gráficos e tabelas que, quando cruzados e combinados, possibilitam uma percepção mais holística e abrangente de entidades como: artigos, patentes, teses, dissertações, trabalhos apresentados em eventos, atividades de extensão, publicações técnicas, etc.

Sintetizando os estudos de Le Coadic (2003) e Callon, Courtial e Penan (1995), Penteado Filho e Dias (2008, p. 88) o processo de criação desses indicadores bibliométricos e cienciométricos envolve

estatísticas unidimensionais (quantos são e o que significam os valores/palavras), estatísticas bidimensionais (como é e quanto mede a relação entre dois valores/palavras), estatísticas multidimensionais (como são e quanto medem as relações entre várias variáveis/palavras) e estatísticas probabilísticas (detectar comportamentos emergentes ou atípicos, ou ainda como se comportarão estas variáveis/palavras).

Ou seja, a criação desses indicadores tem por objetivo dar sentido e valor aos dados para que eles expressem diferentes aspectos como: ranking de produtividade de autores, universidades e países; fator de impacto; análise de coautoria; análise de citação; volume de

publicações por ano, área e periódico; índice de obsolescência; análise de coautoria, cocitação e coocorrência de palavras; as tradicionais medições de Lotka, Brandfort e Zipf, (SPINAK, 1996) dentre outras possibilidades que podem ser categorizadas segundo sua dimensão e propósito.

Para Cobo *et al.* (2011), os indicadores bibliométricos e cientiométricos se dividem em duas categorias: indicadores de análise de desempenho e indicadores de mapeamento da ciência. Já para Callon, Courtial e Penan (1995), essas mesmas categorias podem ser denominadas como indicadores de atividade e indicadores de relação, sendo que esses últimos se dividem em indicadores de primeira e segunda geração. O primeiro grupo representa indicadores mais triviais e expressam a produtividade dos elementos bibliográficos, eles, no entanto, são relevantes, pois geram uma visão macro do crescimento da área. Já os indicadores de relação têm como objetivo exibir os aspectos estruturais e as dinâmicas da pesquisa científica. Dessa forma, enquanto os indicadores de primeira geração atuam sobre as informações mais gerais e superficiais das publicações, os indicadores de segunda geração se fundamentam no conteúdo dos documentos (CALLON; COURTIAL; PENAN, 1995; COBO *et al.*, 2011). O Quadro 1, a seguir, sintetiza as características dos indicadores bibliométricos e cientiométricos.

**Quadro 1** – Indicadores bibliométricos e cientiométricos

<b>Tipo</b>	<b>Ex. de indicadores</b>	<b>Finalidade</b>
<b>Indicadores de atividade</b>	Contagem e distribuição do nº de publicações, citações, autores, instituições, países, revistas, empresas, temas, data de publicação. Podem utilizar-se das Leis de Lotka, Zipf e Brandfort.	Expressam a produtividade bibliográfica, demonstrando, por exemplo, uma visão macro da evolução da área, o nível de colaboração de países e instituições na produção científica.
<b>Indicadores relacionais de primeira geração</b>	Análise de colaboração científica/coautoria; Análise de cocitação	Analizam parte das múltiplas interações decorrentes das investigações científicas. Concentram-se nas análises e redes de cocitação, possibilitando a identificação da base intelectual e a estrutura social do campo.
<b>Indicadores relacionais de segunda geração</b>	Análise de coocorrência de palavras; Análise de centralidade e densidade dos temas; Análise de sobreposição de palavras.	Analizam o conteúdo do documento, a fim de gerar uma imagem mais aproximada das temáticas científicas, além de possibilitar o conhecimento de como o conhecimento se organiza na área. Utilizam, basicamente, da coocorrência de palavras para verificar a estruturação conceitual e as tendências de um campo.

**Fonte:** Adaptado de Callon, Courtial e Penan (1995)

Sobre a construção desses indicadores, ao observar estudos bibliométricos como o de López Herrera *et al.* (2009) é possível notar a existência de dois aspectos importantes, que estão intrinsecamente relacionados e precisam ser levados em consideração: a qualidade e a relevância. A qualidade diz respeito ao nível de confiabilidade e validade dos indicadores produzidos. A relevância, por sua vez, representa a utilidade e pertinência daquele indicador para o alcance do objetivo almejado. Indicadores relevantes e sem qualidade são tão impróprios à construção do conhecimento quanto os indicadores irrelevantes e de alta qualidade. Dessa forma, para assegurar que a análise ocorra dentro do previsto e de maneira adequada, é necessário que, além de um objetivo pertinente também exista uma metodologia adequada a ser seguida.

### 3.1 A CONSTRUÇÃO DE INDICADORES E O MAPEAMENTO DA CIÊNCIA

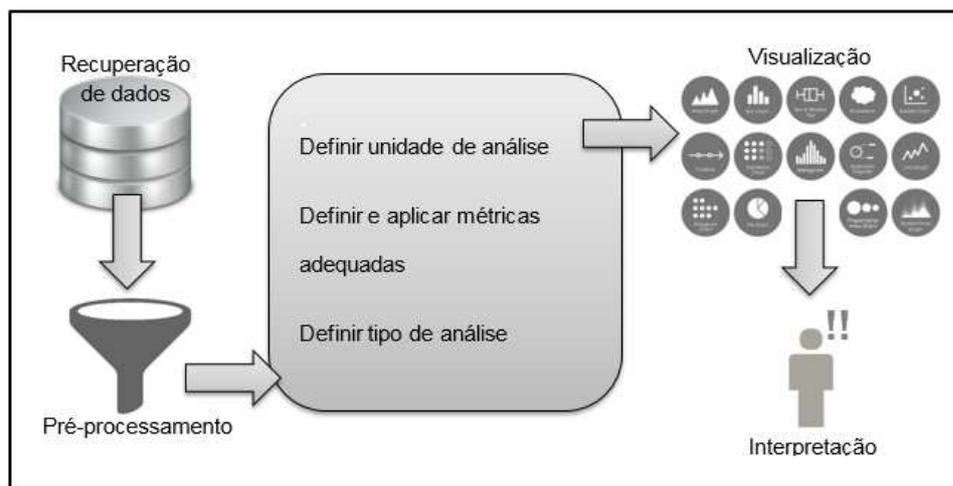
Nas palavras de Maricato e Noronha (2013, p. 77), construir indicadores “não é apenas gerar gráficos e estruturar tabelas por si só. É preciso, antes de tudo, ter algo que se pretende investigar, algo a descobrir”. No caso de estudos voltados à investigação da evolução e estruturação de domínios do conhecimento, a exemplo dos trabalhos de Börner, Chen e Boyack (2003), López Herrera *et al.* (2009) e Cobo *et al.* (2012), a construção de mapas científicos surge como uma opção para nortear o desenvolvimento da pesquisa e as formas de tratamento e apresentação da informação.

Inspirado na geografia, os mapas científicos se propõem a representar graficamente a maneira como as áreas de pesquisa se organizam, suas fronteiras, especialidades, conexões, dentre tantos outros fenômenos que demonstrem os aspectos estruturais e dinâmicos da pesquisa científica (GARFIELD, 1994; COBO *et al.*, 2012). Para tanto, os mapas científicos utilizam, prioritariamente, indicadores relacionais de primeira e segunda geração, mas também buscam nos indicadores de atividade informações complementares para enriquecer a análise geral (LÓPEZ HERRERA *et al.*, 2009).

A construção desses indicadores e mapas pode ser feita em diferentes níveis de detalhe e com variadas unidades de análise. Mas de maneira geral, essa construção envolve cinco etapas: recuperação e pré-processamento dos dados; definição da unidade de análise e seu tratamento a partir das métricas adequadas; definição do tipo de análise e apresentação dos resultados, além de conclusões e considerações sobre o cenário encontrado (ROSTAIN,

2003; PENTEADO FILHO; DIAS, 2008; MUGNAINI; JANNUZZI; QUONIAM, 2004). Cada uma dessas etapas, por sua vez, pode se desdobrar em uma ou mais atividades, dependendo do objeto e do tipo de indicador que se deseja construir. A Figura 1, a seguir apresenta as etapas envolvidas na construção de indicadores para o mapeamento da ciência.

**Figura 1** - Etapas para construção de indicadores e mapeamento da ciência



**Fonte:** Elaborado pela autora

As etapas de recuperação e pré-processamento referem-se à escolha da base de dados adequada para a pesquisa a ser realizada, extração das informações e tratamento inicial dos dados antes do início da análise. Assim, pode-se realizar nessa etapa: padronização dos dados, a partir da detecção de itens duplicados e de erros ortográficos; a subdivisão dos itens em fatias de tempo, caso seja desenvolvido um estudo longitudinal; redução dos dados, a partir do agrupamento de itens equivalentes; e a exclusão de itens irrelevantes, que possam poluir ou distorcer os resultados (COBO *et al.*, 2011).

Esses procedimentos iniciais devem ser desenvolvidos de maneira independente do tipo de análise a ser realizada; no entanto, no caso das demais etapas – definição das unidades de análise, das métricas utilizadas, do tipo de análise e visualização dos resultados – os caminhos seguidos variam de acordo com o indicador a ser construído. No caso dos indicadores de atividade, que usualmente utilizam de estatística unidimensional, a escolha da unidade de análise (artigo, autor, periódico, etc.), das métricas (contagem, média, frequência, etc.) e do tipo de análise (por ano, área do conhecimento, país, etc.) ocorre a partir de uma

única etapa, onde são geradas representações visuais que, habitualmente, se dão no formato de gráficos de barra, de linha, de pizza ou em tabelas (CALLON; COURTIAL; PENAN, 1995).

Já os indicadores relacionais de primeira e de segunda geração demandam estatísticas mais avançadas, por isso, algumas de suas etapas de construção se desmembram em mais de uma atividade. O ponto central desses indicadores está na definição das medidas de similaridade a serem aplicadas sobre as unidades de análise (palavras, autores, referências, etc.) para realizar a normalização das redes, que podem ser de agrupamento ou coocorrência, por exemplo (CABRAL NETTO, 2011; COBO *et al.*, 2012).

Essas medidas de similaridade, que estão vinculadas à etapa da definição das métricas, demonstram o nível de proximidade/associação entre as variáveis que compõem a unidade de análise, de modo que, quanto maior o resultado do cálculo aplicado, maior semelhança e relação os elementos possuem entre si (LEYDESDORFF; VAUGHT, 2006). Dentre as medidas mais populares é possível citar o Índice de Jaccard, o Cosseno de Salton e o Cosseno de Pearson, também conhecido como R de Pearson (LÓPEZ HERRERA *et al.*, 2009; LEYDESDORFF; VAUGHT, 2006).

Aplicada a medida de similaridade, a etapa seguinte, denominada ordenação, consiste em iniciar a construção do mapa que será apresentado, o que consiste, inicialmente, em utilizar de algoritmos específicos para “colocar objetos semelhantes uns aos outros em n-dimensões próximas uma das outras e para colocar objetos diferentes distantes” (BÖRNER, CHEN; BOYACK, 2003, p. 9, tradução nossa). Dentre os algoritmos mais conhecidos e aplicados para essa finalidade se destaca o índice k-means, que utiliza os resultados da matriz para reunir os itens semelhantes em grupos não hierárquicos, aproximando ou distanciando esses grupos uns dos outros de acordo com a relação que possuem (AMARAL, 2016).

Dessa forma, os algoritmos asseguram que os resultados numéricos possam ser convertidos em imagens que facilitem a assimilação e o entendimento das relações existentes (AGUILAR *et al.*, 2017). Essas imagens podem se estruturar a partir de diferentes análises e ainda podem contar com técnicas e designs especiais como filtragem, zoom, foco e contraste, que além de facilitar a visualização também possibilitam algum nível de interação com os resultados (BÖRNER; CHEN; BOYACK, 2003). Cobo *et al.* (2011) apontam como alguns desses métodos de análise:

- Análise de rede: demonstra como se dá o relacionamento entre diversos objetos a partir do comportamento e da organização dos clusters e do volume de componentes alta ou fracamente conectados;
- Análise temporal: visa identificar a evolução do campo em diferentes períodos de tempo a partir de estruturas longitudinais;
- Detecção de explosão: é um tipo de análise temporal que objetiva encontrar recursos que tenham uma intensidade elevada sobre durações finitas de tempo;
- Análise geoespacial: demonstra onde algo acontece com base em geolocalização e o impacto nas áreas vizinhas.

Ao final do processo de coleta e tratamento dos dados, são gerados indicadores de atividade e indicadores relacionais de primeira e segunda geração, ou como Garfield (1994) e Börner, Chen e Boyack (2003) denominam, mapas da ciência. Munido dessas informações, o pesquisador poderá interpretar os resultados obtidos utilizando sua experiência e conhecimento prévio, sendo possível perceber, por exemplo, os contornos e fronteiras de um campo, bem como medir a contribuição de áreas específicas para o quadro geral do conhecimento, detectar a relação entre temas, identificar organizações, autores e trabalhos-chave e indicar tendências de produtividade e impacto (BÖRNER; CHEN; BOYACK, 2003; COBO *et al.*, 2011). Além disso, ao exibir os aspectos históricos, estruturais e dinâmicos da pesquisa científica (COBO *et al.*, 2012), com a construção de indicadores e mapas de visualização dos domínios do conhecimento, o pesquisador pode se beneficiar com a descoberta de novas interações entre áreas que possam fomentar o desenvolvimento científico.

### 3.2 SOFTWARES DE ANÁLISE

Diante da complexidade da aplicação de cálculos matemáticos e estatísticos sobre às elevadas taxas de crescimento da produção técnico-científica, o processamento de tamanha quantidade de informações seria impensável sem o emprego de recursos tecnológicos, por isso, para desenvolver um estudo de qualidade há que se lançar mão das diversas ferramentas disponíveis para a construção e análise desses indicadores (MARICATO; NORONHA, 2013).

Em verdade, análises bibliométricas e cienciométricas, sobretudo as mais simples, podem ser desenvolvidas em softwares genéricos, que não foram originalmente projetados para esse tipo de tarefa; no entanto, existem ferramentas desenvolvidas especificamente com esse objetivo e, por isso, são mais indicadas para esses estudos (BÖRNET *et al.*, 2003; COBO *et al.*, 2011; 2012). São exemplos disso os softwares indicados no Quadro 2. No entanto, sua escolha dependerá da necessidade de cada usuário, pois “não existe uma ferramenta de software que possa ser considerada a melhor” (COBO *et al.*, 2011, tradução nossa).

**Quadro 2** – Informações gerais dos softwares

Ferramenta	Ano de criação	Ano da última versão	Desenvolvido por
Bibexcel	2009	2017	Universidade de Umea (Suécia)
CiteSpace	2004	2017	DrexelUniversity (EUA)
CoPalRed	2003	S.I.	Universidade de Granada (Espanha)
IN-SPIRE	1999	S.I.	Pacific NorthwestNationalLaboratory
Software de Leydesdorff	S.I.	S.I.	Universidade de Amsterdã (Países Baixos)
Network Workbench Tool	2006	2009	Universidade de Indiana (EUA)
Sci <sup>2</sup> Tool	2009	2016	Universidade de Indiana (EUA)
VantagePoint	2007	2017	Search Technology, Inc.
VOSViewer	2010	2016	Universidade Leiden (Holanda)
SciMAT	2012	2017	Universidade de Granada (Espanha)
S.I. = Sem informação			

**Fonte:** Adaptado de Cobo *et al.*, 2011

Enquanto algumas ferramentas são mais robustas e oferecem maiores possibilidades, outras se concentram em etapas específicas da análise bibliométrica e cienciométrica. Dessa forma, caso o foco do usuário deseja gerar informações que possam ser lidas por softwares como o Excel e o SPSS, o Bibexcel será a melhor opção. Já estudos voltados a documentos comerciais serão mais bem desenvolvidos pelo IN-SPIRE, enquanto pesquisas com foco em mapas de fácil exploração terão melhor desempenho com o VOSViewer. Análises que demandam a execução de todas as etapas de desenvolvimento dos mapas e indicadores, por sua vez, encontrarão no CiteSpace, Sci<sup>2</sup>Tool, VantagePoint ou SciMAT as alternativas mais adequadas (COBO *et al.*, 2011, 2012). Isso significa que, de fato, não há uma única solução a

ser adotada, portanto, a definição do objetivo é fundamental para selecionar a solução tecnológica adequada à proposta.

Em resumo, análises bibliométricas e cienciométricas, e mais especificamente a construção de indicadores e mapas sobre o conhecimento científico, exigem o desenvolvimento de uma série de etapas que demandam o apoio de softwares específicos. Com isso, dados desconexos podem ser convertidos em informações úteis e capazes de demonstrar de maneira simplificada o cenário da produção acadêmica, que devido a seu aumento exponencial tem tornado cada vez mais desafiador acompanhar a evolução do conhecimento.

Nesse sentido, a utilização de aportes tecnológicos e o uso de algoritmos que possibilitem reconhecer padrões de comportamento da literatura científica em nível micro, meso e macro, relativo a temáticas, autores, instituições, colaborações e outros aspectos passíveis de mensuração e análise são, não só importantes, como necessários para que as técnicas bibliométricas e cienciométricas possam ser exploradas além do que vem sendo atualmente, de forma a contribuir cada vez mais para as práticas de tratamento e análise de informações, sejam incluídas no contexto acadêmico como um auxílio ao progresso científico (CASTANHA; GRÁCIO, 2013, p. 5).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em meio ao crescente volume de informações científicas, a bibliometria e a cienciométrica despontam como técnicas que, quando bem exploradas, auxiliam na compreensão holística da ciência e possibilita percepções complementares a aquelas produzidas pelas tradicionais leis de Lotka, Zipf e Bradford. Ademais, ao contrário do que o uso de estatística possa simbolizar, a construção de indicadores mais robustos não é de difícil execução e pode ser conduzida a partir de poucas etapas e com apoio de softwares específicos. Dessa forma, esses recursos irão possibilitar a percepção da estrutura social e intelectual das áreas de conhecimento, informações que podem ser úteis para diferentes agentes do universo da ciência, tecnologia e inovação.

O conhecimento do cenário científico, o mapeamento do conhecimento e das competências acadêmicas, a identificação de temas emergentes e inovadores e a interlocução

entre universidades e mercado são itens importantes na pauta de discussão que podem encontrar na bibliometria e na cienciometria os meios para sua operacionalização, no entanto, cabe aos pesquisadores desenvolver a habilidade de transformar dados extraídos em informações úteis. Portanto, novos estudos sobre a aplicação dessas técnicas e sobre a construção desses mapas devem ser realizados, a fim de desmistificar sua construção e transformá-los em fontes estratégicas em prol do desenvolvimento científico.

## REFERÊNCIAS

AGUILAR, A. G. *et al.* **Visualização de dados, informação e conhecimento**. Florianópolis: Editora UFSC, 2017.

AMARAL, F. **Introdução à ciência de dados: mineração de dados e big data**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016

BORGMAN, C. L.; FURNER J. Scholarly communication and bibliometrics. **Annual Review of Information Science and Technology**, White Plains, v. 36, n. 1, p. 3-72, 2002

BÖRNER, K.; CHEN, C.; BOYACK, K. W. Visualizing knowledge domains. **Annual Review of Information Science and Technology**, White Plains, v. 37, n. 1, p. 179-255, 2003.

CABRAL NETTO, O. V. *Uma visão holística da inteligência competitiva para a construção de uma teoria*. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, 2011.

CALLON, M.; COURTIAL, J.-P.; PENAN, H. **Cienciometría: la medición de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica**. Gijón: Trea Ediciones, 1995. (Biblioteconomía y Administración Cultural, 6).

CASTANHA, R. C. G.; GRÁCIO, M. C. C. A contribuição da bibliometria para os estudos metateóricos e de análise de domínio. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ORGANIZAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO, 2., 2013, Rio de Janeiro. **Anais [...]** Rio de Janeiro: ISKO-BRASIL, 2013.

COBO, M. J. *et al.* Science mapping software tools: review, analysis and cooperative study among tools. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, New York, v. 62, n. 7, p. 1382–1402, 2011

COBO, M. J. *et al.* SciMAT: a new science mapping analysis software tool. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, New York, v. 63, n. 8, p. 1609–1630. Aug. 2012

GARFIELD, E. **Scientography**: mapping the tracks of science. 1994. Disponível em: <http://wokinfo.com/essays/scientography-mapping-science/>. Acesso em: 30 mar. 2018

GARFIELD, E.; WELLJAMS-DOROF, A. Citation data: their use as quantitative indicators for science and technology evaluation and policy-making. **Science and Public Policy**, London, v. 19, n. 5, p. 321-327, Oct. 1992.

HJORLAND, B; ALBRECHTSEN, H. Toward a new horizon in information science: domain-analysis. **Journal of the American Society for Information Science**, New York, v. 46, n. 6, p. 400 -425, 1995.

LE COADIC, Y.-F. **A ciência da informação**. 2. ed. Brasília, DF: Briquet de Lemos/Livros, 2003.

LEYDESDORFF, L.; VAUGHAN, L. Co-occurrence matrices and their applications in information science: extending ACA to the Web environment. **Journal of the American Society for Information Science Technology**, New York, v. 57, n. 12, p. 1616-1629, Aug. 2006.

LÓPEZ-HERRERA, A. G. *et al.* Visualizatio and devolution of the scientific structure of fuzzy sets research in Spain. **Information Research**, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 1-23, Dec. 2009.

MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 134-140, maio/ago. 1998.

MARICATO, J. de M., NORONHA, D. P. Indicadores bibliométricos e cienciométricos em CT&I: apontamentos históricos, metodológicos e tendências de aplicação. *In*: HAYASHI, M. C. P. I.; LETA, J. **Bibliometria e cientometria**: reflexões teóricas e interfaces. São Carlos: Pedro e João, 2013.

MUGNAINI, R.; JANNUZZI, P. de M.; QUONIAM, L. Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 33, n. 2, maio/ago. 2004.

PENTEADO FILHO, R. de C.; DIAS, J. M. C. de S. Monitorando a produção científica, recursos humanos e as parcerias de uma organização de PD&I com a bibliometria e a cientometria. **PRISMA.COM**, [S. l.], n.7, p. 86-104, 2008.

ROSTAINING, H. Basic principles of bibliometrics: application to research development. *In*: CONFERENCE AT THE STI UNIVERSITY, 2003, Shanghai. **Anais [...]**. Shangai, 2003.

SPINAK, E. **Diccionario enciclopédico de bibliometria, cienciometría e informetría**. Caracas: UNESCO, 1996.

SPINAK, E. Indicadores cientímetricos. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 141-148, maio/ago.1998.

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 31, n. 2, p. 152-162, maio/ago. 2002.