

ESTUDOS BIBLIOMÉTRICOS AVANÇADOS COMO DISPOSITIVOS INDICADORES DE TENDÊNCIAS NAS ATIVIDADES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Raimundo Nonato Macedo dos SANTOS¹
Nair Yumiko KOBASHI²

RESUMO

Apresentação e discussão de métodos e técnicas bibliométricos utilizados atualmente na produção de indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para apoiar o planejamento, a implantação, o acompanhamento e a avaliação de políticas de CT&I por instituições de ensino superior (IES), agências de fomento e comunidade científica. Nesse sentido, são apresentados métodos e técnicas de análise e avaliação de produção científica, reflexões de ordem conceitual, histórica e crítica e as limitações desses métodos e técnicas. São apresentadas, também, representações gráficas de resultados de estudos experimentais de aplicação de análises bibliométricas. Os *corpora* utilizados na produção de indicadores são constituídos de referências bibliográficas de artigos científicos, trabalhos de eventos, documentos técnicos, teses e dissertações, disponíveis em bases de dados especializadas. Advoga-se que os procedimentos bibliométricos avançados permitem construir indi-

1 Professor Doutor, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação-PPGCI (DCI/CAC), Universidade Federal de Pernambuco: *E-mail*: <raimundo.macedo@ufpe.br>

2 Professora Doutora, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação - Escola de Comunicações e Artes - ECA, Universidade de São Paulo. *E-mail*: <nykobash@usp.br>

cadores adequados para conhecer com acurácia a realidade científica e tecnológica, sendo aptos, portanto, para subsidiar políticas de CT&I. Chama-se a atenção, no entanto, para o rigor necessário na constituição dos *corpora* de pesquisa para a obtenção de resultados fidedignos.

Palavras-chave: Ciência da informação; Bibliometria; Cientometria; Indicadores de CT&I; Visualização de Informação.

ABSTRACT

A presentation and discussion of bibliometric methods and techniques currently used in the production of science, technology and innovation (ST&I) indicators to support the planning, implementation, monitoring and evaluation of ST&I policies for higher education institutions (HEIs), development agencies and the scientific community. Thus, this study presents analytical and evaluation methods and techniques for scientific production, together with reflections of a conceptual, historical and critical nature as well as the limitations of these methods and techniques. Graphs are also presented illustrating the results of experimental studies for the application of bibliometric analyzes. The corpora used in the production of indicators consist of references to scientific articles, events, technical papers, theses and dissertations available in specialized databases. It is argued that these advanced bibliometric procedures permit the construction of appropriate indicators, which permit an accurate identification of the scientific and technological reality, and are therefore able to assist in ST & I policies. However, particular stress is given to the necessary precision in forming the corpora of the research in order to obtain reliable results.

Keywords: *information science; bibliometrics; scientometrics; ST&I indicators; information visualization.*

INTRODUÇÃO

A atividade científica e tecnológica na contemporaneidade caracteriza-se pela complexidade e por constantes transformações. As especialidades do campo da ciência se multiplicam, as fronteiras que as delimitam são moventes e, as zonas de interface, fluidas. Desse modo, a compreensão dos processos de institucionalização cognitiva e social do conhecimento científico reivindica modelos refinados de análise, de organização e de representação (SANTOS, 2011).

Os estudos de Solla Price, nos anos 60, já demonstravam a tendência de crescimento exponencial do conhecimento científico (ROSTAING, 1996). O cientista, rapidamente, toma consciência de sua limitação para, isoladamente, dominar o conjunto de conhecimentos de sua área de especialidade, consciência que estimulou a criação de técnicas e métodos avançados para melhor compreender, descrever e representar as contínuas transformações do mundo da ciência e da técnica.

Esse cenário favoreceu o surgimento da Bibliometria, como disciplina institucionalizada, no início dos anos 60, com a criação por E. Garfield do “Institute for Scientific Information” (ISI) (ROSTAING, 1996), que evoluiu significativamente a partir da década de 1980. Constitui-se, no presente, em disciplina científica que, de acordo com o objeto observado, recebe distintas denominações: Bibliometria (métrica da produção científica registrada), Cientometria (métrica dos aspectos da ciência, enquanto disciplina ou atividade econômica), Informetria (métrica dos aspectos quantitativos da informação, em qualquer formato ou suporte) (MACIAS-CHAPULLA, 1998), Webmetria (métrica dos fenômenos relacionados ao ambiente WEB) e Tecnometria (métrica dos aspectos quantitativos da informação tecnológica registrada) (WORMELL, 1998; XAVIER, 2003).

Hoje, para grande parte dos pesquisadores que atuam na área, o campo, como um todo, inclui os aspectos quantitativos, os modelos de comunicação científica e de armazenamento, disseminação e recuperação da informação científica. Esse conceito é, portanto, significativamente mais amplo do que as definições tradicionais do termo. De fato, por um longo período, as abordagens bibliométricas se restringiram à geração de indicadores quantitativos sobre publicações científicas para dar suporte à gestão de unidades de informação ou à quantificação dos fenômenos da produção científica e dos aspectos a ela relacionados, tais como a produtividade de autores, de instituições ou de áreas do conhecimento. As abordagens contemporâneas, porém, abarcam o estudo da produção intelectual, presente em qualquer meio, e sua avaliação, para subsidiar políticas científicas, tecnológicas e sociais (SANTOS, 2011).

Os métodos bibliométricos vêm sendo aplicados não somente aos estudos cientométricos e à avaliação da pesquisa em ciência, tecnologia e inovação (CT&I), mas, também, à análise das relações sociais, políticas e econômicas engendradas no processo de produção e circulação do conhecimento em geral. Com efeito, o mapeamento e a avaliação da produção intelectual são questões consideradas cruciais na sociedade

contemporânea, principalmente a partir da caracterização do conhecimento científico como fator importante no processo de produção de bens e serviços.

Os indicadores bibliométricos representam a quantificação do processo avaliativo. No entanto, como assinala (VAN RAAN, 2003) mesmo a avaliação por pares, uma atividade eminentemente qualitativa, não prescinde de dados quantitativos, já que são levados em consideração não só o número de publicações, mas seus impactos e significados sociais.

As operações descritivas e analíticas da Bibliometria podem ser feitas em nível macro –avaliação dos campos científicos tomados globalmente, como por exemplo a performance de um país nas áreas científicas. A atividade de pesquisa pode ser analisada sistematicamente, no nível intermediário, quando se consideram as instituições, tais como universidades e institutos de pesquisa. Além disso, a análise pode ser restringida à prática concreta de pesquisa de departamentos e grupos de pesquisa, portanto, em nível micro (VAN RAAN, 2003).

A elaboração de indicadores bibliométricos, por sua importância para obter visão objetivada da atividade científica e tecnológica e das relações desta última com o desenvolvimento econômico e social, exige a adoção de instrumentos de intervenção robustos para conceber, implementar e acompanhar ações de planejamento, definição de políticas, de tomada e operacionalização de decisões estratégicas, avaliação de esforços em CT&I. (LANE, 2010).

Estudos sobre o crescimento da produção científica de um país apresentam alto grau de complexidade, pois ele não pode ser atribuído a uma causa bem determinada. O crescimento pode ser influenciado por diversos fatores, dentre os quais: a quantidade e a qualificação dos cientistas; o tratamento das informações quantitativas sobre as atividades que se realizam nos sistemas de produção científica, técnica e tecnológica, demandando ações e esforços consideráveis de definição de conceitos, de fontes de informação especializadas; investimentos financeiros efetivos e de políticas públicas de desenvolvimento da ciência e da tecnologia (LANE, 2010; SPINAK, 1998; TRZESNIAK, 1998; OKUBO, 1997).

No contexto dos estudos da atividade de pesquisa, recursivamente, os indicadores de produção científica têm alta relevância. Eles podem ser divididos em indicadores de produção, indicadores de citação e indicadores de ligação.

Os Indicadores de produção científica são construídos pela contagem do número de publicações por tipo de documento (livros, artigos, publicações científicas, relatórios etc.), por instituição, área de conhecimento, país, etc.

Os Indicadores de citação são elaborados por contagem do número de citações recebidas por um artigo de periódico. É o meio mais reconhecido de atribuir crédito ao autor.

Conforme o exposto acima, esses dois indicadores têm como objeto de estudo a quantificação de artigos, de autores mais produtivos, de periódicos mais citados, etc., o que não abarca, por conseguinte, as questões cognitivas, ou seja, o conhecimento contido nesses artigos.

Na Bibliometria, os artigos científicos são objetos empíricos privilegiados. Não serão discutidas, neste trabalho, as razões que levaram à eleição desse tipo de produto como objeto principal dos estudos métricos, mas, faz-se necessária a ressalva: não se pode reduzir a atividade científica à produção, à circulação e ao consumo de artigos de periódicos e, muito menos, confundir o crescimento quantitativo de artigos com o desenvolvimento cognitivo da ciência (SANTOS; KOBASHI, 2009).

Melhor esclarecendo, conforme Polanco (1995, apud SANTOS; KOBASHI, 2009),

[...] le modèle bibliométrique de la science de Price ne saisissent pas directement le contenu cognitif des articles scientifiques, autrement dit les connaissances qu'ils véhiculent. Les informations présentes dans le titre de l'article, dans son résumé, ou dans le texte lui-même sont en réalité ignorées dans l'approche scientométrique instauré par Price [...] De ce fait, un tel dispositif ne réalise qu'une scientométrie "externaliste". Par conséquent, le défi est maintenant de développer une scientométrie "internaliste" si l'on peut ainsi s'exprimer. Ce qui s'est fait en France avec la mise au point de la méthode des mots associés au début des années quatre-vingts, utilisant justement les mots-clés comme indicateurs de connaissance [...]

Depreende-se, do que foi dito, que indicadores de ligação obtidos por análise multidimensional, aplicada a palavras-chave de registros bibliográficos, configuram-se como uma das contribuições teóricas mais recentes aos métodos quantitativos. Baseado no cálculo matricial e na álgebra linear, esse

método supõe a classificação automática dos dados e sua representação por meio de cartografias temáticas (COURTIAL, 1990; COURTIAL et al., 1993; NARIN, OLIVASTRO et al., 1994; OKUBO, 1997; MACIAS- CHAPULA, 1998).

Constata-se, nessa medida, a aproximação crescente dos estudos métricos da informação das ciências humanas e sociais (CHS). Os estudos métricos contemporâneos procuram, pois, não apenas quantificar e constatar, mas também atribuir sentido aos dados, qualificando-os para que possam ter melhor uso em políticas de ciência e tecnologia (C&T), por cada especialidade ou grupo de pesquisa, ou em contextos mais abrangentes, regionais, nacionais ou mundiais.

Em resumo, permanecem como conceitos operacionais centrais: a produtividade de autores de artigos científicos (com base nas leis de Lotka e Price); o núcleo e a dispersão de artigos em periódicos científicos (lei de Bradford); e a frequência de palavras em textos longos (lei de Zipf). O cálculo de coocorrências (de autores, de palavras, de instituições), fundado em métodos de análise multidimensional, é uma das áreas que vem crescendo de forma acentuada nos estudos métricos contemporâneos.

OS MÉTODOS E AS APLICAÇÕES BIBLIOMÉTRICAS NA CONTEMPORANEIDADE

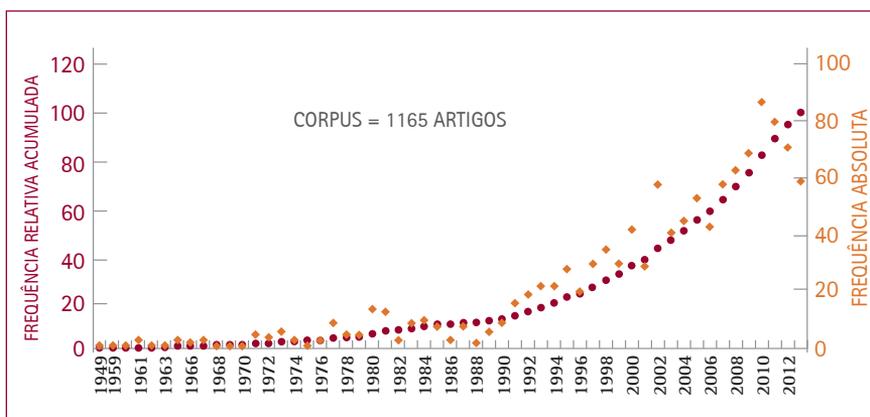
A partir do início deste milênio, os resultados dos estudos bibliométricos, em apoio aos métodos e técnicas de tratamento e análise de informação, passaram a utilizar, de forma vigorosa e recorrente, os recursos visuais de apresentação de informações digitais em seus diversos formatos (gráficos, animações, multimídias, figuras interativas, mapas interativos). Essas formas de visualização fundamentam-se nos estudos sobre a percepção, desenvolvidos no campo da Psicologia cognitiva (TUFTE, 1983). Estudos dessa natureza, por outro lado, abriram as possibilidades de sua aplicação em sistemas de recuperação de informação (TUFTE, 1983, p. 97), uma vez que permitem:

- Exploração rápida de conjuntos de informações desconhecidas;
- Evidenciação de relações e estruturas nas informações;
- Fornecimento de alternativas de acesso a informações pertinentes;
- Classificação interativa de informação

Nessa perspectiva, advogamos que os recursos de visualização são alternativas promissoras para melhor perceber e compreender dados manipulados por meios estatísticos. Com efeito, é possível, por meio de mapas da ciência e da técnica, fazer múltiplas inferências sobre os fatos que ocorrem na pesquisa científica. Segundo Nascimento e Ferreira (2005), os estudos das técnicas de visualização de informações distribuem-se em dois eixos principais. O primeiro leva em consideração o modo como essas técnicas exploram o substrato visual, as marcas e as propriedades visuais do desenho. No segundo caso, de particular interesse para os principais usuários de informação científica (comunidade científica e gestores de CT&I), as técnicas são classificadas de acordo com as características dos dados a serem visualizados.

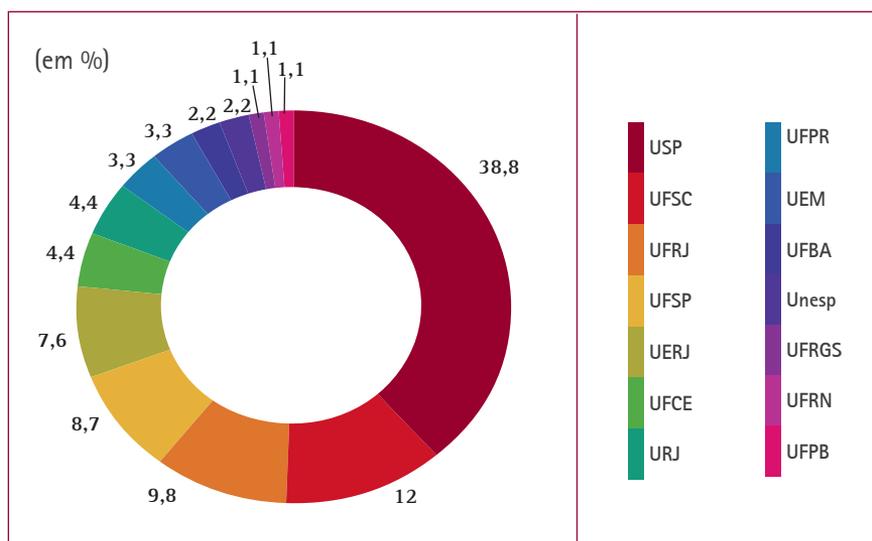
As FIG. 1 e 2 abaixo são formas tradicionais de visualização de informação. A FIG. 1, estudo exploratório, de autoria de (SANTOS, 2012), mostra a Distribuição Temporal de Frequência Relativa Acumulada (eixo da esquerda) e Absoluta (eixo da direita) dos artigos científicos indexados na Base Web Of Science – período de cobertura completa da base – sobre o tema “Scientific Communication”. Ela indica que, dos 1165 artigos, somente 21,63% foram publicados entre 1949 e 1994, ou seja, 252 artigos publicados em 45 anos. Por outro lado, no período compreendido entre 1994 e 2012, ou seja, em 18 anos, foram produzidos 913 artigos, portanto, 3,6 vezes o que foi produzido em um período de 45 anos. Esse resultado faz sentido: pode ser explicado pelo fato de que a partir de 1994 a WEB já passava a ser de uso corrente em nível global.

Figura 1: Frequência relativa acumulada e frequência absoluta de artigos científicos sobre Comunicação científica, indexados na base Web of Science de 1945 a 2012.



A FIG. 2 é um exemplo de gráfico de pizza. Ele indica a distribuição das teses e dissertações defendidas nos Programas de Pós-Graduação *stricto sensu* em Enfermagem nas Universidades Brasileiras até o ano de 2009, e foi obtido com utilização do método Teoria Fundamentada em Dados (TFD). (LANZONI et al., 2011)

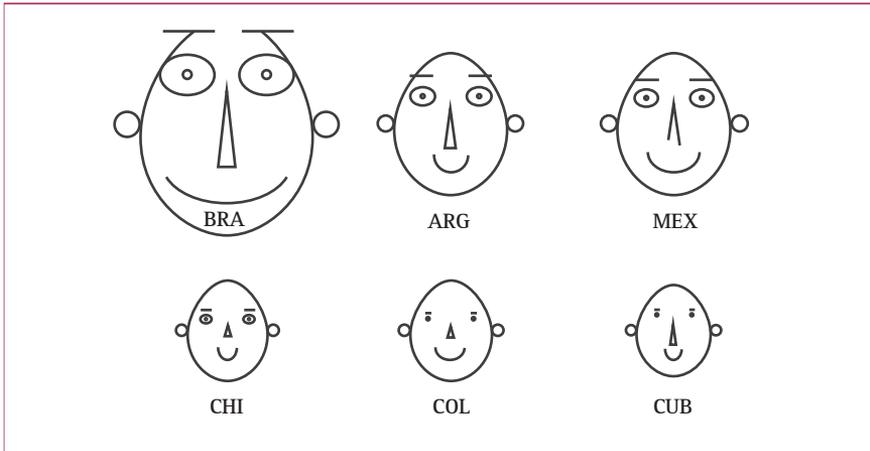
Figura 2: Teses e dissertações dos Programas de Pós-Graduação *stricto sensu* em Enfermagem das IES – Brasil – até o ano de 2009, utilizando o método TFD.



Técnicas mais elaboradas de visualização são aplicadas a dados que possuem múltiplas dimensões (n dimensões, sendo n maior que três). Uma técnica consiste em mapear apenas dois atributos dos dados para as coordenadas X – Y de um plano cartesiano e associar os demais atributos à forma, à cor e ao tamanho de objetos visuais. Pode-se ainda projetar o espaço n-dimensional no plano cartesiano através da técnica conhecida por Multidimensional Scalling (BORG; GROEMEN 1997 apud Nascimento e Ferreira, 2005).

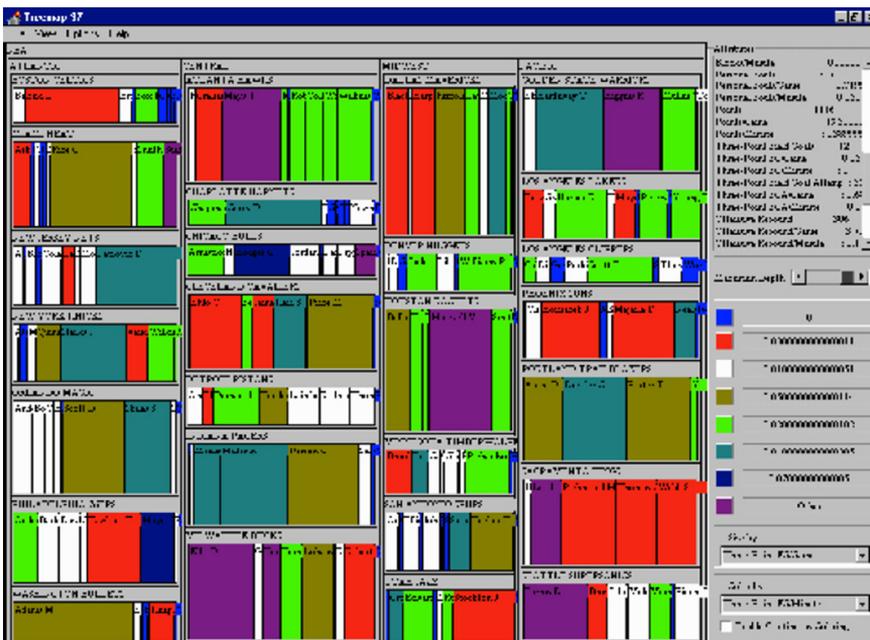
Outras técnicas difundidas na literatura são: a) a das Coordenadas Paralelas, que consiste na associação das dimensões dos dados a eixos paralelos verticais equidistantes, denominados coordenadas e b) a dos Glyphs (ou ícones), que podem ser entendidos como representações simbólicas que evidenciam as características essenciais de um dado (Nascimento e Ferreira, 2005). A FIG. 3, um exemplo de técnica de visualização, representa o ranking de produção de artigos científicos de países da América do Sul, Central e Caribe (HERRERO-SOLANA, 2005).

Figura 3: Ranking da produção de artigos científicos de países da América Latina, Central e Caribe.



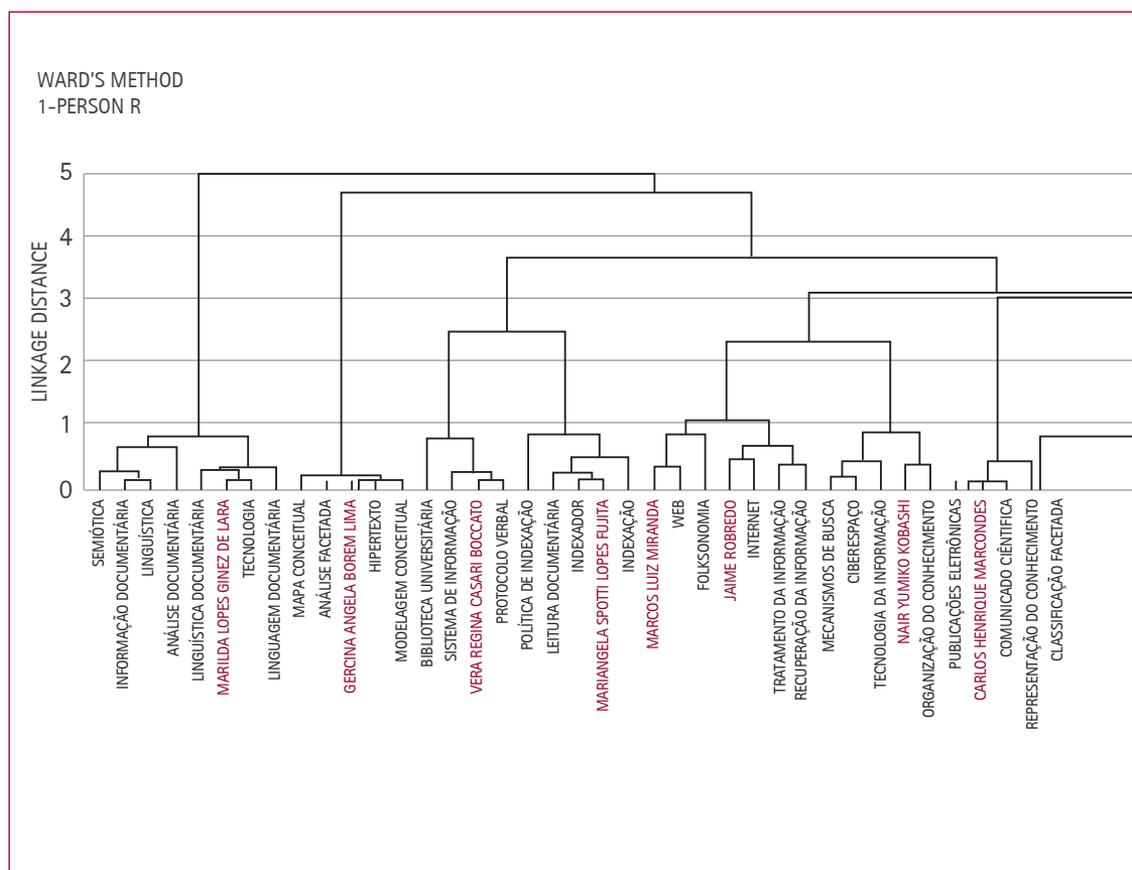
Há diversas formas de apresentação gráfica de dados relacionados hierarquicamente. O chamado Tree-Map, FIG. 4, criado por (JOHNSON E SHNEIDERMAN, 1991), do laboratório de Interação Humano-Computador da Universidade de Maryland, é um exemplo de técnica de representação hierárquica de dados.

Figura 4: Exemplo de imagem gerada com a técnica Tree-Map



As atividades científicas e técnicas expressas por meio de cartografias permitem estabelecer retratos da produção científica e técnica na dimensão espacial-temporal. São recursos que promovem a apreensão de diferentes tipos de ligações entre dados: pesquisadores e instituição, inventores e empresas, redes de colaboração entre empresas depositantes de patentes, entre inventores, pesquisadores e temas, inventores e inovações, entre outros.

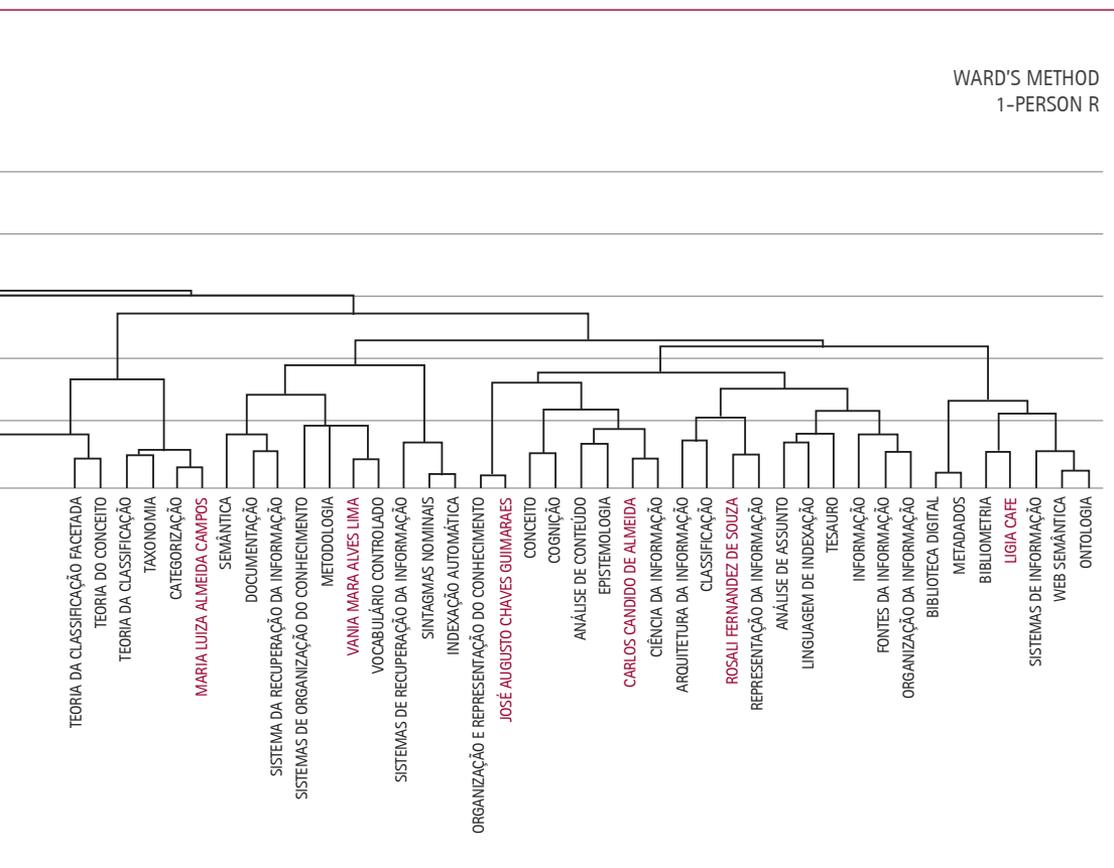
A cartografia representada pela FIG. 5, na forma de Dendrograma, por exemplo, foi elaborada com dados coletados na base de dados ABCDM (VILAN FILHO, 2008) sobre a temática Organização da Informação, de projeto de pesquisa de Kobashi (2010), financiada pelo CNPq. As buscas foram realizadas em 19 de julho de 2011, data em que a base contava com 6.868 registros de artigos de periódicos brasileiros e portugueses, além das publicações constantes de nove anais do ENANCIB, compreendendo as seguintes áreas de informação: Arquivologia, Biblioteconomia, Ciência da Informação, Documentação e Museologia.



As referências bibliográficas coletadas (638 registros) foram armazenadas em uma base de dados *ad hoc* e reformatadas para processamento bibliométrico (contagem de objetos) e análise cientométrica (análise multidimensional da correlação Descritor e Primeiro Autor).

As variáveis Descritores X Primeiro Autor foram agrupadas utilizando-se o método Ward, a partir da distância de 1-r de Pearson. Para comparar os agrupamentos foi adotada distância igual a 1. Observa-se, na FIG. 5, que os nós estão agrupados dois a dois (Maria Luiza Almeida Campos, Categorização) ou três a três (Comunicação Científica, Carlos Henrique Marcondes, Publicações Eletrônicas) e, em princípio, pode-se verificar entre cada agrupamento a coerência temática entre pesquisadores e referências de trabalhos publicados.

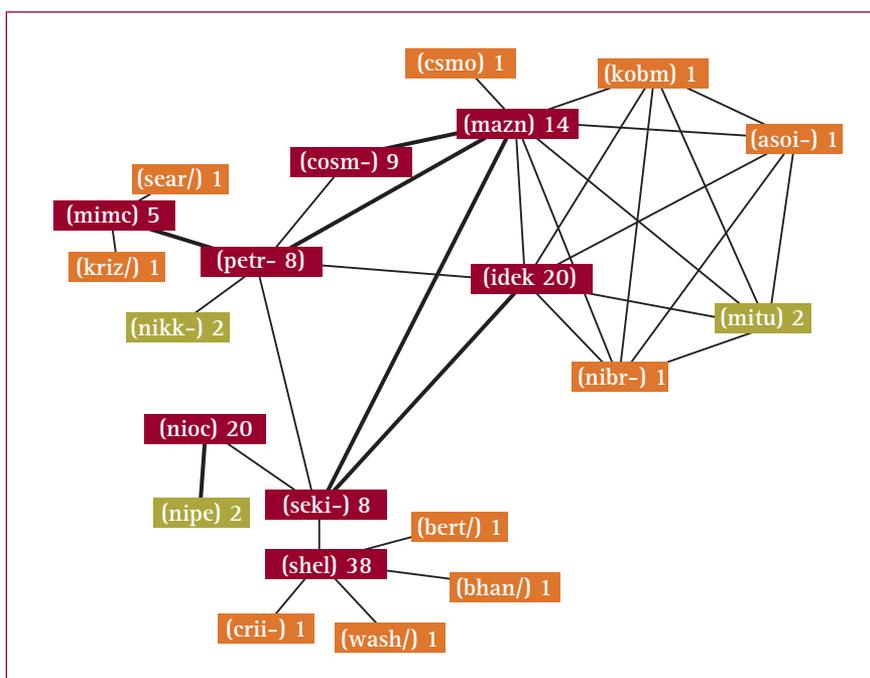
Figura 5: Representação hierárquica de registros sobre Organização da Informação – agrupamento Descritor X Primeiro autor.



A cartografia da FIG. 6, sob a forma de diagrama de Redes Sociais, constitui mais um dispositivo avançado de visualização da informação, sinalizador de tendências da dinâmica das atividades de CT&I. A análise das redes de colaboração é um campo em crescimento. Conhecida também como pesquisas de redes sociais (MARTELETO, 2001), a noção remonta aos estudos de citações e de coautoria. Contemporaneamente, os estudos de redes sociais se beneficiam de modelos matemáticos e de softwares de tratamento e manipulação de dados, cujo cerne são os conceitos de entidade e relacionamentos. Certamente, entidades de apreensão instantânea, como nomes de autores, de inventores, de instituições, de empresas e de revistas são mais facilmente mapeados.

A FIG. 6 é um exemplo de grafo ou rede de relacionamento entre empresas depositantes de patentes sobre catalisadores. O estudo, de autoria de Santos (1998), apresenta uma rede de relacionamentos entre grandes empresas petrolíferas que, até 1996, compartilhavam a prioridade de depósito de patentes de tecnologias de produção de catalisadores de refino de petróleo para fabricação de óleo Diesel.

Figura 6: Grafo ou rede de relacionamento entre empresas depositantes de patentes sobre catalisadores



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme se pôde observar nos estudos bibliométricos contemporâneos aqui apresentados, são inúmeras as possibilidades de mapear e visualizar as atividades de CT&I. As visualizações gráficas são particularmente úteis para representar a dinâmica da ciência. Fundamenta-se o mapeamento no princípio de que a Visualização da Informação (VI) permite explorar as características do sistema visual humano, condição que oferece facilidade de operação, reformatação, ajustes e, conseqüentemente, de interpretação de registros informáticos em qualquer estrutura de dados.

Do momento em que os textos científicos e técnicos se expressam pela linguagem, é condição *sine qua non* incorporar, ao campo dos estudos métricos, as teorias e métodos da área da Organização da Informação e do Conhecimento para construir os *corpora* de análise. Nesses tipos de estudos críticos, os mapas de co-words, por exemplo, para serem confiáveis, devem resultar de compreensão rigorosa dos processos semânticos e pragmáticos da representação de informação, abandonando-se os procedimentos ingênuos que fazem apenas a contagem da frequência de palavras de textos.

Deve-se observar, para finalizar, que os estudos de produção de indicadores da ciência, para serem fidedignos, requerem um intenso tratamento prévio dos dados do *corpus* antes de serem submetidos a procedimentos bibliométricos. Isso se aplica tanto aos dados de apreensão instantânea (como os nomes de autores, instituições e revistas) quanto aos dados de conteúdo (palavras-chave e descritores). No caso de palavras-chave e descritores, é fundamental compreender que eles não são pura forma, mas representações simbólicas de conceitos expressas pela linguagem. Portanto, sem parâmetros teóricos e metodológicos rigorosos, os resultados dos estudos métricos podem ser pouco confiáveis, pouco úteis para melhor conhecer a dinâmica da CT&I e subsidiar as políticas públicas de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- CALLON, M., *et al.* La scientométrie. Paris: Presses Universitaires de France, 1993 (Que sais-je?, 2727)
- COURTIAL, J. P. Introduction à la scientométrie: de la bibliométrie à la veille technologique. Paris: Anthropos, 1990

- HASCOËT, M. Visualisation d'Information et Interaction. In: _____. *Méthodes Avancées pour les Systèmes de Recherche d'Informations*. Paris: Lavoisier, 2004. p.97-114
- HERRERO-SOLANA, V. A representação gráfica da informação como meio de acesso. Marília: UNESP / *campus* de Marília, 2005, 56 eslaides: color. Eslaides gerados a partir do software PowerPoint.
- JOHNSON, B. e SHNEIDERMAN, B. Tree-maps: a space-filling approach to the visualization of hierarchical information structures. CONFERENCE ON VISUALIZATION. San Diego, 1991.
- KOBASHI, N.Y. Pesquisa brasileira em Organização do Conhecimento: indicadores temáticos, de internacionalização e de redes de colaboração (2002-2012). São Paulo: Universidade de São Paulo/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, 2009 (Projeto Produtividade em Pesquisa, aprovado pelo CNPq para o triênio 2010-2013).
- LANE, J. Let's make science metrics more scientific. *Nature*, London, v.464, n. 7288, p. 488-489
- LANZONI, G. M. D. M. et al. La teoría fundamentada: un estudio bibliométrico de la enfermería brasileña. *Index de Enfermería*, v. 20, n. 3, p. 209-214, 2011.
- MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cienciométrica e sua perspectiva nacional e internacional. *Ciência da Informação*, Brasília, v.27, n.2, maio/ago, p. 134- 140. 1998.
- MARTELETO, R. M. Análise de redes sociais: aplicação nos estudos de transferência da informação. *Ciência da Informação*, Brasília, v.30, n.2, jan. / abr, p. 71-81. 2001.
- NARIN, F., et al. Bibliometrics theory, practice and problems. *Evaluation Review*, v.18, n.1, p. 65-75, 1994.
- NASCIMENTO, H. A. D. e FERREIRA, C. B. R. Visualização de informações: uma abordagem prática. CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. Unisinos. SÃO LEOPOLDO 2005.
- OKUBO, Y. *Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples*. Paris: OCDE. 1997. 69 p. (STI Working Papers,1)
- POLANCO, X. Aux sources de la scientométrie: bibliometrie, scientometrie, infometrie. In *Solaris*, Presses Universitaires de Rennes. RENNES, 1995.
- RAAN, A. F. J. V. The use of bibliometric analysis in research performance assessment and monitoring of interdisciplinary scientific developments *Technikfolgenabschätzung-Theorie und Praxis/Technology Assessment-Theory and Practice* v.1, n.12, March, p. 20-29. 2003.
- ROSTAING, H. *La bibliométrie et ses techniques*. Narbonne: Édition Sciences de la Société. 1996. 132 p.
- SANTOS, R. N. M. Reflexões sobre as transformações na comunicação científica e suas consequências. Brasília: UnB / *campus* UnB, VIII Workshop Internacional

em *Ciência da Informação*, 2012, 28 eslaides: color. Eslaides gerados a partir do software PowerPoint

SANTOS, R. N. M.. *A configuração contemporânea da bibliometria: um estudo crítico de seus pressupostos teóricos e aplicações*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE / Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, abr. 2011. (Relatório técnico: bolsa de produtividade).

SANTOS, R. N. M. e KOBASHI, N. Y. Bibliometria, cientometria, infometria: conceitos e aplicações. *Pesq. bras. Ci. Inf.*, Brasília, v.2, n.1, p. 155-172. 2009.

SANTOS, R. N. M. Projeto pesquisa de patentes em nível global sobre catalizadores para a produção de óleo diesel. IPT/PETROBRAS - CENPES, 1998.

SMALL, H. e GARFIELD, E. The geography of science: disciplinary and national mappings. *Journal of Information Science*, v.11, n.4, p. 147-159, 1986.

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

TRZESNIAK, P. Indicadores quantitativos: reflexões que antecedem seu estabelecimento. *Ciência da Informação*, Brasília, v.27, p. 159-164, 1998.

TUFTE, E. R. *The visual display of quantitative information*. Connecticut: Graphics Press, 1983. 197 p.

VILAN FILHO, J. L. *Manual de manutenção da base ABCDM em CDS/ISIS*. Brasília, 2008.

WORMELL, I. Infometria: explorando bases de dados como instrumentos de análise. *Ciência da Informação*, Brasília, v.27, n.2, maio/ago, p. 210-216, 1998.