

Artigo

Análise das redes bibliométricas da produção científica sobre visualização da informação: uso do software VOSviewer

Paulo Marcelo Carvalho Holanda¹ 

Marília Catarina Andrade Gontijo² 

Resumo: A visualização de informação é um campo de estudo que se preocupa com a construção de representações visuais de dados abstratos por meio de sua transformação em imagens que podem ser visualizadas e entendidas pelos seres humanos. Atualmente, existem diversos *softwares* que oferecem meios de visualização de dados que atinjam o objetivo dessa área. **Objetivo:** A presente pesquisa tem como objetivo analisar a produção científica sobre visualização da informação indexada na base de dados *Scopus* a partir de técnicas bibliométricas. **Método:** Trata-se de pesquisa descritiva, exploratória e quantitativa, com busca bibliográfica realizada na *Scopus* por artigos científicos em acesso aberto, pelo termo “*information visualization*”, nos campos de título, resumo e palavras-chave, com o recorte temporal entre 2017 a 2021. **Resultados:** Foram recuperados metadados de 386 artigos científicos, que foram extraídos para serem importados no *software VOSviewer* para a criação de grafos de redes bibliométricas de coautoria, colaboração entre países, coocorrência de palavras-chave, citação de fontes, citação de organizações, acoplamento bibliográfico de fontes e cocitação de referências. **Considerações finais:** Considera-se que a visualização das redes de relacionamentos permite uma melhor compreensão do desempenho da produção científica analisada a respeito de seus indicadores bibliométricos.

Palavras-chave: Visualização da informação; produção científica; *VOSviewer*; bibliometria.

Analysis of bibliometric networks of scientific production on information visualization: use of the VOSviewer software

Abstract: Information visualization is a field of study concerned with constructing visual representations of abstract data by transforming them into images that can be viewed and understood by humans. Currently, there are several software that offer means of data visualization that achieve the goal of this area. **Objective:** This research aims to analyze scientific production on visualization of information indexed in the *Scopus* database, based on bibliometric networks generated by *VOSviewer*. **Method:** This is a descriptive, exploratory and quantitative research, with a bibliographic search carried out in *Scopus* for scientific articles in open access, using the term “*information visualization*”, in the title, abstract and keywords fields, and with the time frame between 2017 to 2021. **Results:** Metadata from 386 scientific articles were retrieved, which were extracted to be imported into the

¹ Mestre em Gestão e Organização do Conhecimento, UFMG, pholanda515@gmail.com

² Mestre em Gestão e Organização do Conhecimento, UFMG, mariliacgontijo@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.35699/2237-6658.2024.51020>.

Revista Múltiplos Olhares em Ciência da Informação, Belo Horizonte, v. 14, e051020, 2024



VOSviewer software to create bibliometric networks graphics of co-authorship, collaboration between countries, keyword co-occurrence, source citation, citation of organizations, bibliographic coupling of sources and co-citation of references. Final considerations: It is considered that the visualization of relationship networks allows a better understanding of the performance of the scientific production analyzed in relation to its bibliometric indicators.

Keywords: Information visualization; scientific production; VOSviewer; bibliometrics.

Análisis de redes bibliométricas de producción científica sobre visualización de información: uso del software VOSviewer

Resumen: La visualización de información es un campo de estudio que se ocupa de la construcción de representaciones visuales de datos abstractos transformándolas en imágenes que los humanos puedan ver y comprender. Actualmente existen varios software que ofrecen medios de visualización de datos que logran el objetivo de esta área. Objetivo: Esta investigación tiene como objetivo analizar la producción científica sobre visualización de información indexada en la base de datos Scopus, a partir de redes bibliométricas generadas por *VOSviewer*. Método: Se trata de una investigación descriptiva, exploratoria y cuantitativa, con búsqueda bibliográfica realizada en Scopus de artículos científicos en acceso abierto, utilizando el término “*information visualization*”, en los campos título, resumen y palabras clave, y con el intervalo de tiempo entre 2017 a 2021. Resultados: Se recuperaron metadatos de 386 artículos científicos, los cuales se extrajeron para importarlos al software *VOSviewer* para crear gráficos de redes bibliométricos coautoría, colaboración entre países, coocurrencia de palabras clave, citación de fuentes, citación de organizaciones, acoplamiento bibliográfico de fuentes y cocitación de referencias. Consideraciones finales: Se considera que la visualización de redes de relaciones permite una mejor comprensión del desempeño de la producción científica analizada en relación a sus indicadores bibliométricos. bibliométricos.

Palabras-clave: Visualización de información; producción científica; VOSviewer; bibliometría.

Como citar este artigo: HOLANDA, Paulo Marcelo Carvalho; GONTIJO, Marília Catarina Andrade. Análise das redes bibliométricas da produção científica sobre visualização da informação: uso do software VOSviewer. **Múltiplos Olhares em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 14, p. 1-22, 2024. DOI: 10.35699/2237-6658.2023.46937.

1 Introdução

A visualização da informação como área de pesquisa surgiu da derivação de diferentes campos de estudos, sendo seu desenvolvimento seguido e influenciado por estudos de múltiplas áreas do conhecimento (Card; Mackinlay; Shneiderman, 1999). Um dos campos de diálogos e pesquisas tem sido a Ciência da Informação, que propõe indagações e interesses para a visualização da informação em suas diversas linhas de pesquisas, como organização do conhecimento, sistemas de gestão da informação e do conhecimento, uso da informação e estudos métricos da informação.

Nos estudos métricos, a visualização da informação pode ser aplicada diretamente nas análises de desempenho de produções científicas, como exemplo nas análises de indicadores bibliométricos, pela representação gráfica por meio de imagens, gráficos, tabelas, entre outros, que permitam um melhor entendimento e visualização dos dados analisados.

Com a possibilidade de apresentação desses dados por meio de uma visualização da informação mais interativa e também em rede, surgem vários *softwares* focados na percepção visual, com a simplificação e compactação dos conteúdos. Entre eles, tem-se o *VOSviewer*³, ferramenta focada na criação de redes para visualização e análises bibliométricas.

Destarte, a presente pesquisa tem por finalidade analisar a produção científica sobre visualização da informação indexada na base de dados *Scopus* a partir da análise dos grafos das redes bibliométricas oferecidos pelo *software VOSviewer*.

2 Visualização da informação

As informações perceptíveis pelo ser humano perpassaram por diferentes formas de armazenamento e de visualização no decorrer da evolução e do desenvolvimento da comunicação. Hoje, com a ampliação dos recursos computacionais e das tecnologias da informação e da comunicação (TIC), as informações são apresentadas e disponibilizadas em diferentes formas, como imagens, gráficos, infográficos, entre outras, que possibilitam o entendimento e percepção em relação a um determinado conteúdo apresentado.

A visualização da informação como área de estudo surge para potencializar a apropriação de informação pelo usuário por meio de recursos gráficos conhecidos como Estruturas de Visualização de Informação. Um dos objetivos dessas estruturas é a inclusão informacional de seus usuários, em que o oferecimento de imagens, figuras ou quaisquer outros recursos gráficos produz a compreensão da mensagem transmitida, ao se tornar mais natural e exigir menor esforço cognitivo (Dias; Carvalho, 2007).

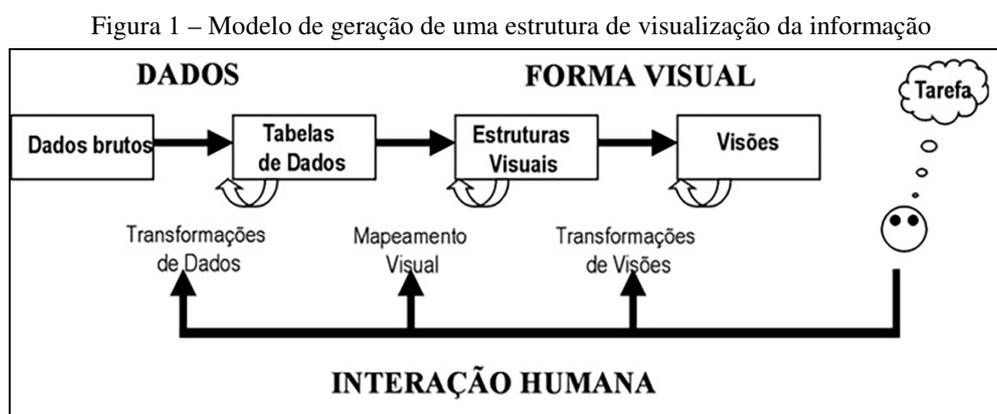
De acordo com Nascimento e Ferreira (2011), a visualização da informação é uma área emergente que se preocupa com a construção de representações visuais de dados abstratos por meio de suas transformações em imagens que podem ser visualizadas e entendidas pelos seres humanos. A partir disso, a visualização pode ser utilizada para transmitir informações, gerar novos conhecimentos e auxiliar na identificação de estruturas, padrões, anomalias, tendências e relacionamentos presentes entre os dados (Ward; Grinstein; Keim, 2015).

É definida também por Freitas *et al.* (2001) como uma área da Ciência que tem por objetivo o estudo das principais formas de representações gráficas para apresentação de informações, a fim de contribuir para o seu entendimento, bem como auxiliar na geração de novos conhecimentos baseados no que está sendo apresentado.

³ Disponível em: <https://www.vosviewer.com/>

A visualização da informação obteve destaque após o surgimento das interfaces gráficas presentes nos computadores dos dias atuais, possibilitando a construção das estruturas de apresentação de informações (Dias; Carvalho, 2007). Ware (2004) já a apontava como uma ciência que está presente desde a necessidade de áreas como Física e Química em representarem seus fenômenos por meio de esquemas, desenhos e esboços.

Para tanto, Card, Mackinlay e Shneiderman (1999) propuseram um modelo para a criação de estruturas de visualização da informação (Figura 1).



Fonte: Adaptada de Card, Mackinlay e Shneiderman (1999).

Sua concepção é iniciada pela organização dos dados brutos em uma tabela de dados, chamada de entidade, a partir da qual se constrói uma estrutura visual a fim de representar suas informações, como: gráficos de barra, setores, diagramas, esquemas e mapas. Dessa maneira, ocorre a transformação dos atributos de entidade (tabela de dados) em formas gráficas espaciais representativas, e, logo após, em uma estrutura visual que acione o sistema perceptivo do usuário. Este pode manipular a estrutura visual de várias maneiras (transformações de visões), ou seja, criam-se as visões que permitem ao usuário observar as estruturas visuais sob algum enfoque em específico de modo a tomar alguma decisão ou realizar alguma ação (tarefa) (Dias; Carvalho, 2007).

Com o desenvolvimento de sistemas de visualização, convém aos projetistas considerarem tanto a melhor forma de mapear informações para uma representação gráfica que facilite sua interpretação pelos usuários, quanto fornecer meios que permitam limitar a quantidade de informações que estes recebem, mantendo-os, ao mesmo tempo, “ciente” do espaço total da informação (Freitas *et al.*, 2001). Assim, as técnicas de visualização da informação têm o objetivo de tornar uma interface amigável para o usuário e de representar graficamente as informações de determinado domínio, de modo que os prejuízos ocasionados por dificuldades na navegação sejam minimizados (Regly; Campos; Campos, 2001).

Uma das principais considerações a serem feitas no processo de visualização da informação é a determinação de qual técnica será utilizada em uma aplicação ou situação. Esta escolha certamente depende do tipo de informação que está sendo tratada e das tarefas que precisam ser realizadas pelos usuários. Para tanto, alguns autores propõem classificações que visam auxiliar um projetista a enquadrar a aplicação em alguma técnica.

Shneiderman (1996), por exemplo, classificou as técnicas de visualização por tipo de dados e tarefas. As técnicas podem ser unidimensionais (1D), temporais, bidimensionais (2D), tridimensionais (3D) e multidimensionais (nD), dirigidas a visualização de hierarquias e de relacionamentos (grafos), e podem suportar tarefas como: obtenção da visão geral, obtenção de visão detalhada, *zooming*, filtragem, identificação de relacionamentos, manutenção de históricos de ações e extração de informações diversas. Chie e Riedl (1998), em um trabalho de formalização do processo de visualização da informação, partem de tipos de dados e de operadores que são inerentes a cada técnica de visualização para criarem uma abordagem unificada ao enquadramento das técnicas.

Dentre as técnicas de visualização da informação, destaca-se a visualização em rede, proporcionada pelo avanço das TIC e pela criação de *softwares* gráficos que melhor representam as informações em interfaces mais intuitivas, com tarefas básicas aplicadas a itens, *links*, nós e diagramas de ligação. Nesse tipo de visualização, as redes podem ser representadas por grafos (direcional ou não) compostos de vértices e arestas que indiquem os relacionamentos entre os elementos, ou também por meio de matrizes (Vaz; Carvalho, 2004).

Como exemplo de *software* disponível atualmente, o *VOSviewer* surge como uma ferramenta de geração de grafos de redes bibliométricas focadas em sua visualização, utilizado, também, para a análise das redes colaborativas de produções científicas.

2.1 O *Software VOSviewer*

Softwares têm sido fundamentais para a ciência. Análises, simulações, visualizações são cenários do mundo científico que são diretamente dependentes de sistemas computacionais (Howison; Bullard, 2015). Uma das áreas que mais se beneficiam da adoção dos *softwares* acadêmicos são os estudos métricos da informação, entre eles a bibliometria, em que o *VOSviewer* vem desempenhando um importante papel dado o avanço de seu uso.

Esse programa, desenvolvido por Nees Jan Van Eck e Ludo Waltman, permite a construção de visualizações de redes bibliométricas por meio de similaridades baseadas nas distâncias entre seus nós, de forma que quanto menor a distância entre um par de itens maior a relação de similaridade entre eles (Van Eck; Waltman, 2019). De acordo com seus criadores,

o *VOSviewer* “[...] oferece de maneira relativamente fácil a funcionalidade básica necessária para visualizar redes bibliométricas” (Van Eck; Waltman, 2014, p. 2, tradução nossa).

Assim, permite a visualização de redes de relacionamentos de publicações científicas, periódicos científicos, autores, organizações de pesquisa, países, palavras-chave e citações por meio da utilização de dados provenientes de bases de dados, como: *Web of Science*, *Scopus*, *Dimensions*, *Lens*, *PubMed* e *CrossrefJSON*. É capaz de gerar análises e visualizações profissionais dentro de poucos minutos, permitindo um trabalho bibliométrico profundo e claro ao mesmo tempo, respondendo a diversas perguntas e gerando *insights* inerentes à pesquisa em poucos cliques (Van Eck; Waltman, 2021).

Segundo Berriel e Santos (2020), o *software* possibilita gerar percepções por meio dos tipos de análises, tipos de perguntas, tipos de contagens e outras diversas funções disponíveis para o auxílio da mineração dos dados. Como pode ser visto no Quadro 1, diferentes tipos de redes (análises) podem ser visualizadas: coautoria, coocorrência, citação, acoplamento bibliográfico e cocitação, em que cada tipo apresentam suas vantagens e desvantagens.

Quadro 1 – Funcionalidades do *VOSviewer*

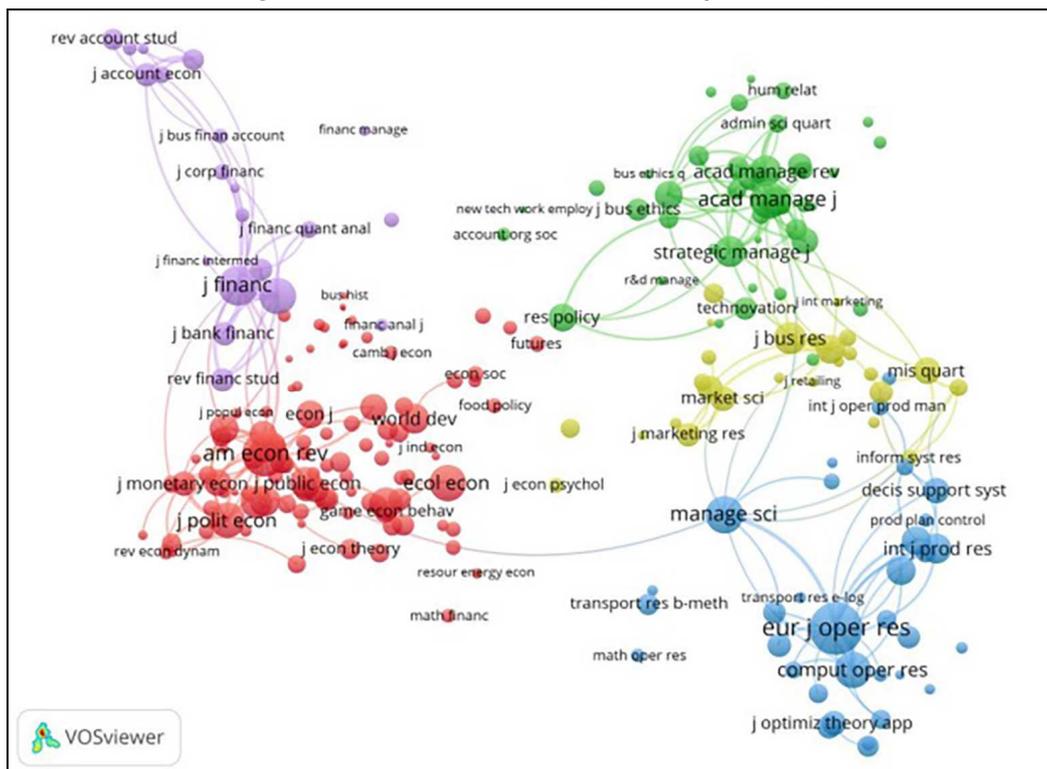
Tipo de análise	Insight	Vantagens	Desvantagens
Co-authorship	Que pesquisadores trabalham juntos?	Mostra evidência de colaboração e a estrutura social do campo.	Nem sempre colaboração é apresentada com a coautoria.
Co-occurrence	Que palavras chave vem sendo mais usadas em cada período determinado de tempo?	Pode usar o conteúdo do artigo para análise.	Palavras aparecem em diferentes formas e com diferentes significados.
Citation	Onde isso é pesquisado?	Destaca com facilidade trabalhos importantes de determinada área.	Pode ocultar novas publicações por não serem consideradas importantes.
Bibliographic coupling	Quem são as organizações centrais e periféricas em um grupo de pesquisa emergente?	Pode encontrar novas áreas de pesquisa.	Exige um timeframe reduzido, selecionando apenas uma amostra do tempo.
Co-citation	Quais são os autores mais influentes na área da Dinâmica de Sistemas, e quais são citados juntos?	Conectar trabalhos, autores e periódicos com co citação é uma medida confiável.	Não é ótimo para mapear “research fronts”, porque mapeia artigos citados.

Fonte: Berriel e Santos (2020).

Os itens presentes nos diferentes tipos de análises podem ser agrupados em *clusters*, que são conjuntos de itens incluídos em uma rede. Os *clusters* não são sobrepostos no *VOSviewer*, isto é, um item pode pertencer a apenas um *cluster*, não sendo necessária a cobertura exaustiva de todos os itens, em que pode haver exemplos que não pertencem a nenhum *cluster* (Van Eck; Waltman, 2021).

O *VOSviewer* fornece três tipos de visualizações que podem ser utilizadas alternadamente em suas guias na janela principal, chamadas de *Network Visualization* (visualização de rede), *Overlay Visualization* (visualização de sobreposição) e *Density Visualization* (visualização de densidade). Na visualização do tipo *Network Visualization* (Figura 2), os itens são representados por seu rótulo (termo) e por um círculo (nó).

Figura 2 – *Network Visualization* (visualização de rede)

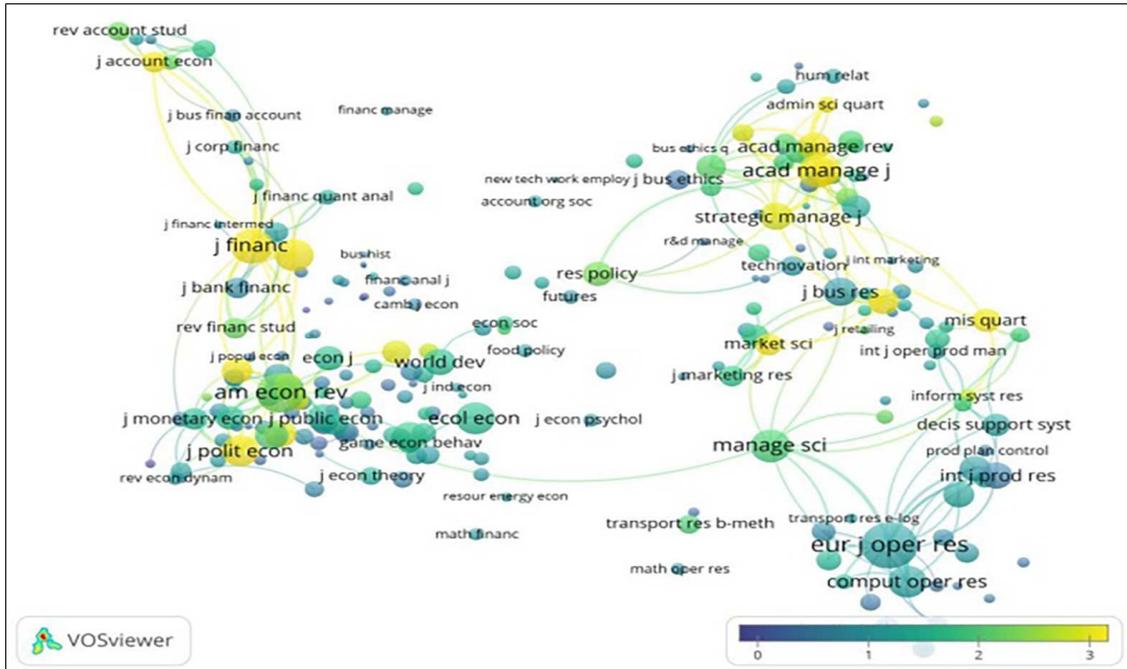


Fonte: Van Eck e Waltman (2021).

O tamanho do nó de um item é determinado pelo seu peso, quanto maior, maior será o tamanho de seu nó. No caso de alguns itens, seus nós podem não ser exibidos para evitar a sobreposição na visualização. Também nesse tipo de visualização de rede, os *clusters* são diferenciados por cores (por padrão ou a escolha do usuário), ligados por linhas entre os itens, que representam seus *links*. Por padrão, são exibidas no máximo 1.000 linhas, representando os *links* mais fortes entre os itens (Van Eck; Waltman, 2021).

O tipo *Overlay Visualization* (Figura 3) segue o mesmo padrão da visualização de rede, exceto que os itens são coloridos de forma diferente.

Figura 3 – *Overlay Visualization* (visualização de sobreposição)

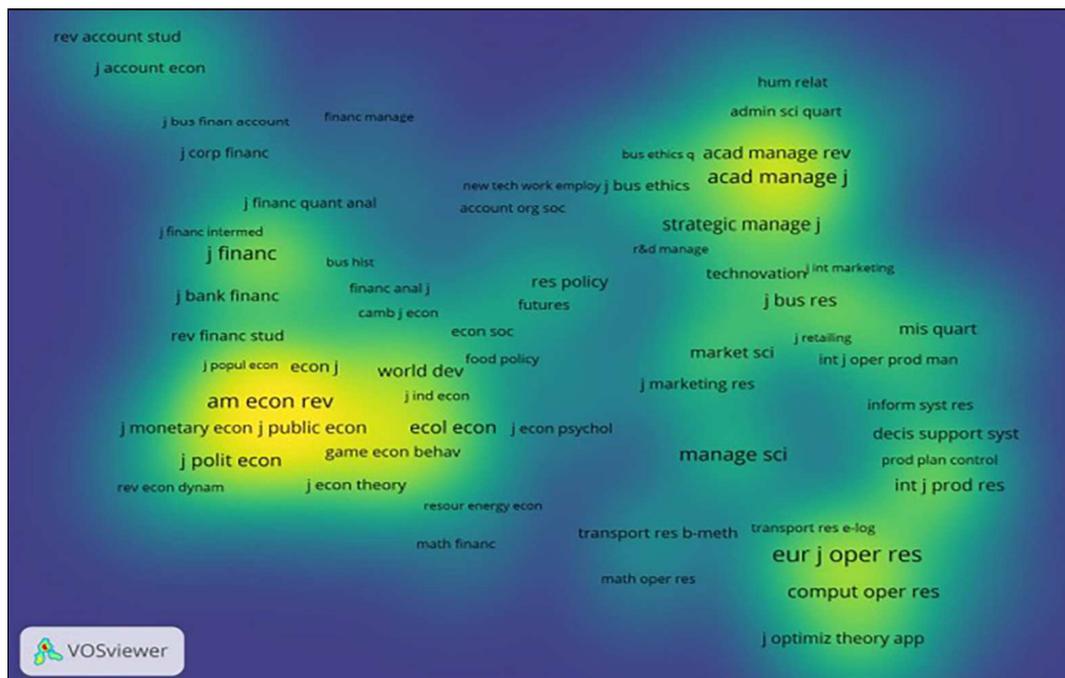


Fonte: Van Eck e Waltman (2021).

As cores dos *clusters* podem ser determinadas de acordo com pontuações escolhidas por padrão do *software* ou pelo usuário, como exemplo as pontuações sobre períodos de tempos dos itens. As cores padronizadas podem variar entre azul (pontuação mais baixa) à verde e amarelo (pontuações mais altas) (Van Eck; Waltman, 2021).

Na visualização *Density Visualization* (Figura 4), os itens são representados pela densidade de seus nós.

Figura 4 – *Density Visualization* (visualização de densidade)



Fonte: Van Eck e Waltman (2021).

Cada ponto na visualização da densidade do item é indicado pela intensidade da cor. Por padrão do *software*, as cores são azul, verde e amarelo. Quanto maior o número de itens próximos de um ponto e quanto maior o peso dos itens aproximados, mais próxima será do amarelo, ao contrário, mais próxima será do azul (Van Eck; Waltman, 2021). Nesse tipo de visualização, as cores dos *clusters* também podem seguir a visualização de rede, isto é, para cada *cluster* será atribuída uma cor diferente conforme os relacionamentos explicitados.

3 Procedimentos metodológicos

Estudo de natureza descritiva, exploratória e de abordagem quantitativa, que tem como objetivo analisar a produção científica internacional sobre visualização da informação indexada na base de dados *Scopus*⁴ a partir de grafos de redes bibliométricas gerados pelo *software VOSviewer*. A visualização das redes bibliométricas são formadas com base em indicadores da bibliometria que permitem “[...] retratar o comportamento e desenvolvimento de uma área do conhecimento [...]” (Araújo; Alvarenga, 2011, p. 52), ao analisar aspectos quantitativos de suas estruturas, como suas redes de pesquisadores (Okubo, 1997), bem como temáticas mais abordadas, redes de citações e redes de colaboração entre organizações e

⁴ Disponível em: <https://www.scopus.com/home.uri>

países, por meio da contagem de qualquer tipo de manifestação estatística de documentos, entre eles os artigos científicos (De Bellis, 2009).

Tem como universo os artigos em acesso aberto indexados na *Scopus*. A escolha da base se deu por, além de ser uma das aceitas pelo *software VOSviewer* para importação de dados, é um banco de dados internacional e multidisciplinar que abrange grande volume de informações sobre citação e resumos de produções científicas (Almeida; Grácio, 2018; Salerno; Araújo; Freitas, 2021; Santos *et al.*, 2017).

Como primeira etapa da pesquisa, realizou-se a busca bibliográfica na *Scopus*, em dezembro de 2021, pelos metadados da produção científica, em qualquer área do conhecimento, pelo termo entre aspas “*information visualization*” (tradução em língua inglesa de visualização da informação). A escolha pelo tema se deu pelo fato de ser relevante para as áreas do conhecimento que se levantem e analisem sua literatura científica, bem como pela área da visualização da informação ser uma importante aliada à Ciência da Informação, sobretudo ao se tratar dos estudos métricos da informação e ao uso de *softwares* que auxiliam seus procedimentos.

Optou-se pela busca nos campos de título, resumo e palavras-chave, comumente utilizados para comunicar a ideia central dos estudos (Creswell, 2010), em que servem “[...] de orientação do leitor para o assunto, bem como para orientar a decisão sobre a leitura de um artigo” (Costa; Moura, 2013, p. 56). E pelos filtros de artigos científicos em acesso aberto. Foram levantados 386 artigos científicos que tiveram os metadados exportados, com todos os dados inclusos, em tabela *.csv (Excel)* para serem importados no *software VOSviewer*.

A segunda etapa se refere a inserção dos metadados recuperados pela *Scopus* no *VOSviewer*. Foram formados grafos de redes de coautoria, colaboração entre países, coocorrência de palavras-chave, citação de fontes (periódicos científicos), citação de organizações de pesquisa, acoplamento bibliográfico de fontes (periódicos científicos) e cocitação de referências. A terceira etapa abrange a análise das redes de acordo com suas relações por meio de técnicas e indicadores bibliométricos.

Como trabalhos correlatos, têm-se pesquisas bibliométricas que utilizam o *VOSviewer* como ferramenta de apoio para a visualização de dados de produções científicas indexadas em diferentes bases de dados, entre elas a *Scopus*, como as de Salerno, Araújo e Freitas (2021), Sousa e Fontenele (2019), Meschini, Alves e Oliveira (2018) e Santos *et al.* (2017).

4 Discussão e análise dos resultados

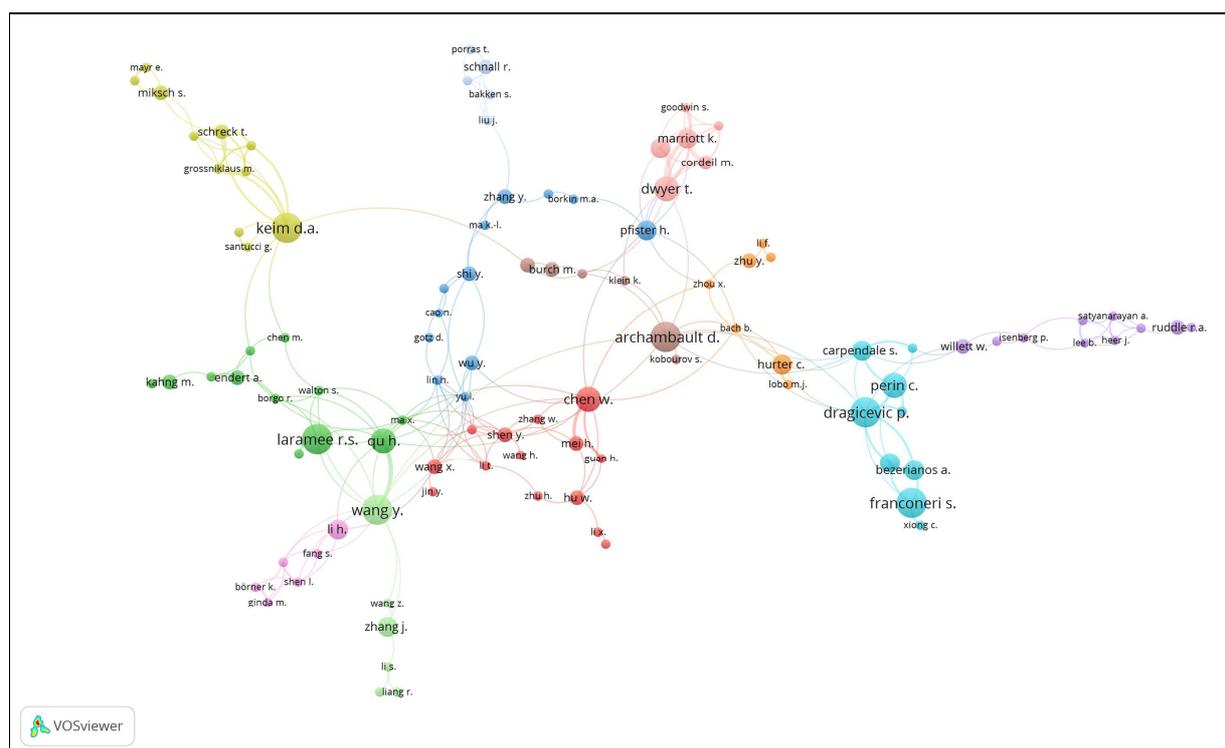
Com o uso do *software VOSviewer* foram gerados grafos de redes bibliométricas de relacionamentos da produção científica sobre visualização da informação. São apresentadas as redes de coautoria e colaboração entre países, redes de coocorrência de palavras-chave, redes de citações de fontes (periódicos científicos) e de organizações de pesquisa, rede de acoplamento bibliográfico de fontes (periódicos científicos) e rede de cocitação de referências.

4.1 Redes de coautoria e colaboração entre países

Nas visualizações de redes de coautoria, a força do *link* entre dois itens indica a quantidade de publicações que eles compartilham (Van Eck; Waltman, 2021), sendo o tamanho do nó de cada item a quantidade total de publicações que ele compartilha com os demais.

O grafo de rede de coautoria (Figura 5) foi gerado considerando os 1.347 autores encontrados a partir dos metadados recuperados e importados no *VOSviewer*, com o corte entre os com no mínimo dois artigos em coautoria com outros, o que resultou em 104 autores com relações de proximidade. Ressalta-se que para uma melhor visualização desses dados, os tamanhos dos círculos dos nós e das linhas dos *links* foram aumentados para 1.0 nas opções do *VOSviewer*, para 100% do tamanho.

Figura 5 – Rede de coautoria



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

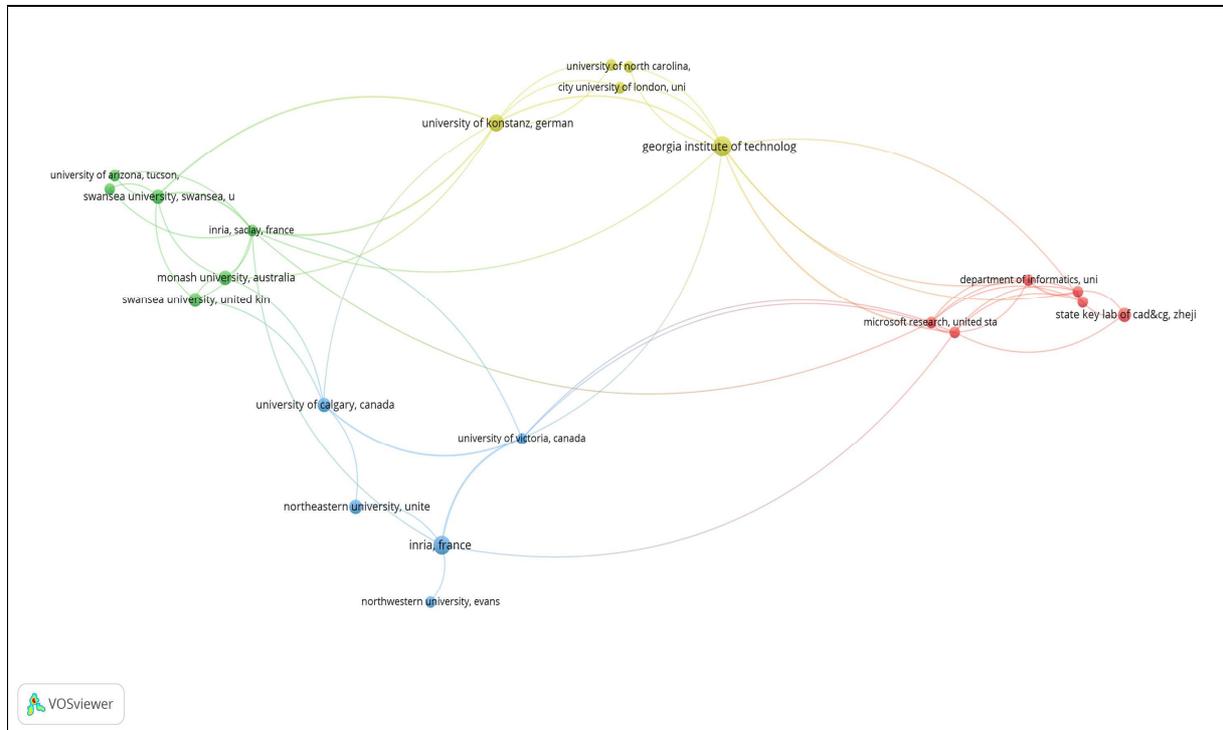
É possível notar a presença de 12 *clusters* de cores diferentes com ligações entre si. Nessa rede “[...] quanto mais próximos estão localizados, mais forte é sua ligação em termos de coautoria” (Medeiros Filho; Russo, 2018, p. 57), assim, pode-se inferir que há forte interação e relacionamentos de coautoria entre os 104 autores em destaque.

O maior *cluster*, de cor vermelha, conta com 14 autores que colaboraram com autores de outros *clusters*, como azul, verde e laranja. Neste *cluster*, o autor com maior quantidade de documentos em coautoria é Chen, W. com cinco publicações com outros 11 autores. O menor *cluster*, azul claro na localização superior da figura, conta com cinco autores, e o que mais compartilhou autoria com os demais foi Schnell, R. com três documentos em coautoria com quatro autores. Percebe-se também que esse *cluster* juntamente com o de cor roxa foram os únicos que apresentaram coautoria com autores de apenas mais um *cluster*, azul escuro e azul claro respectivamente, o que pode ser um indicativo de autores que fazem parte das mesmas instituições, dos mesmos países ou de áreas que abordam os mesmos assuntos específicos.

Ainda de acordo com essa rede, a maior quantidade de publicações em coautoria foi de seis documentos de autores presentes em diferentes *clusters*, indicado pelo maior tamanho dos nós. Foram eles: Keim, D. A. (amarelo), Laramee, R. S. (verde), Wang, Y. (verde), Archambault, D. (marrom), Dragicevic, P. (azul claro) e Franconeri, S. (azul claro).

O grafo de colaboração entre países (Figura 6) foi gerado a partir dos 80 países com no mínimo dois artigos em colaboração, totalizando 33 com relações.

Figura 6 – Rede de colaboração entre países



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Pela visualização é possível notar sete *clusters* com relações e proximidade. O maior deles é o de cor vermelha, que conta com Alemanha (nove documentos e 17 *links* - países) e Espanha (29 documentos e 11 *links*). E o menor, de cor laranja, conta com apenas dois países: Irlanda, com oito documentos em colaboração com 12 países, e Indonésia, com três documentos em coautoria com outros quatro países.

A partir dessa visualização e dos dados recuperados pela pesquisa, destacam-se os Estados Unidos, Reino Unido e China como os países com maiores quantidades de documentos em colaboração com os demais, sendo 106 documentos compartilhados com outros 22 países para o primeiro, 55 documentos com outros 21 países para o segundo, e 51 documentos com outros 11 países para o terceiro.

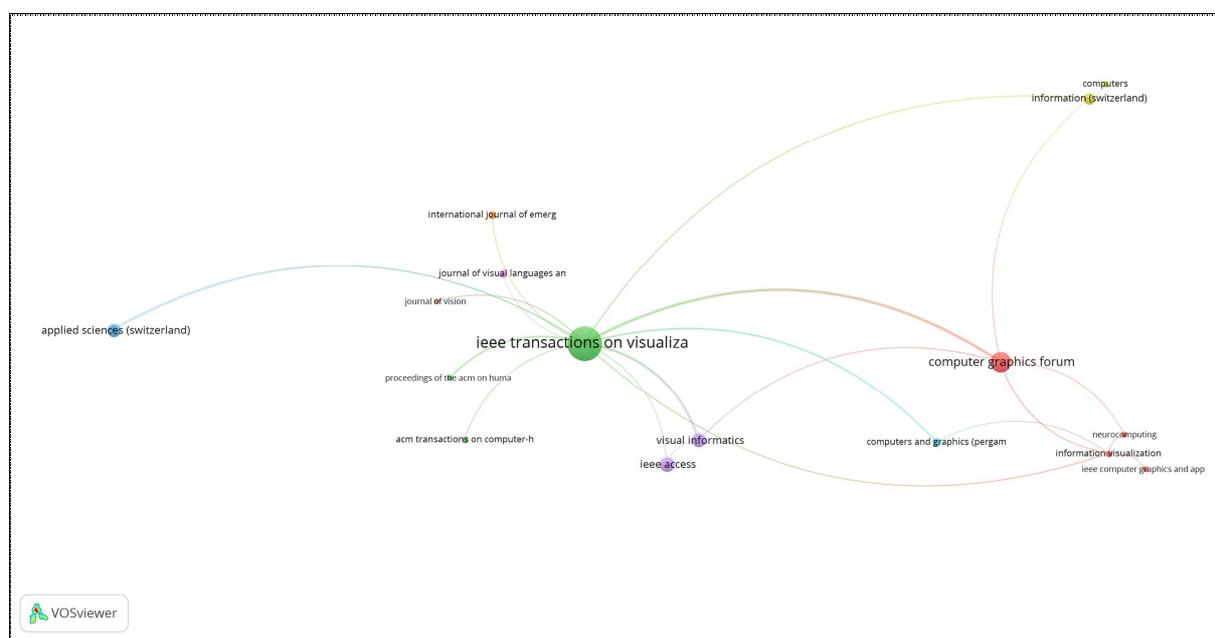
4.2 Redes de coocorrência de palavras-chave

As redes de coocorrência de palavras-chave indicam a quantidade de documentos em que cada palavra-chave ocorre (Van Eck; Waltman, 2021), bem como analisa a ocorrência de

4.3 Rede de citações

As redes de citações se referem aos *links* entre dois itens em que um item cita o outro (Van Eck; Waltman, 2021). Foram geradas para visualização de dados os grafos de redes de citações entre fontes (periódicos científicos) e entre organizações de pesquisa. Para a rede de citações de fontes (Figura 8), dentre o *corpus* de 192 periódicos científicos, optou-se pelo corte entre os que apresentaram no mínimo duas publicações, totalizando 17 periódicos com artigos fazendo a citação de outros.

Figura 8 – Rede de citações de fontes

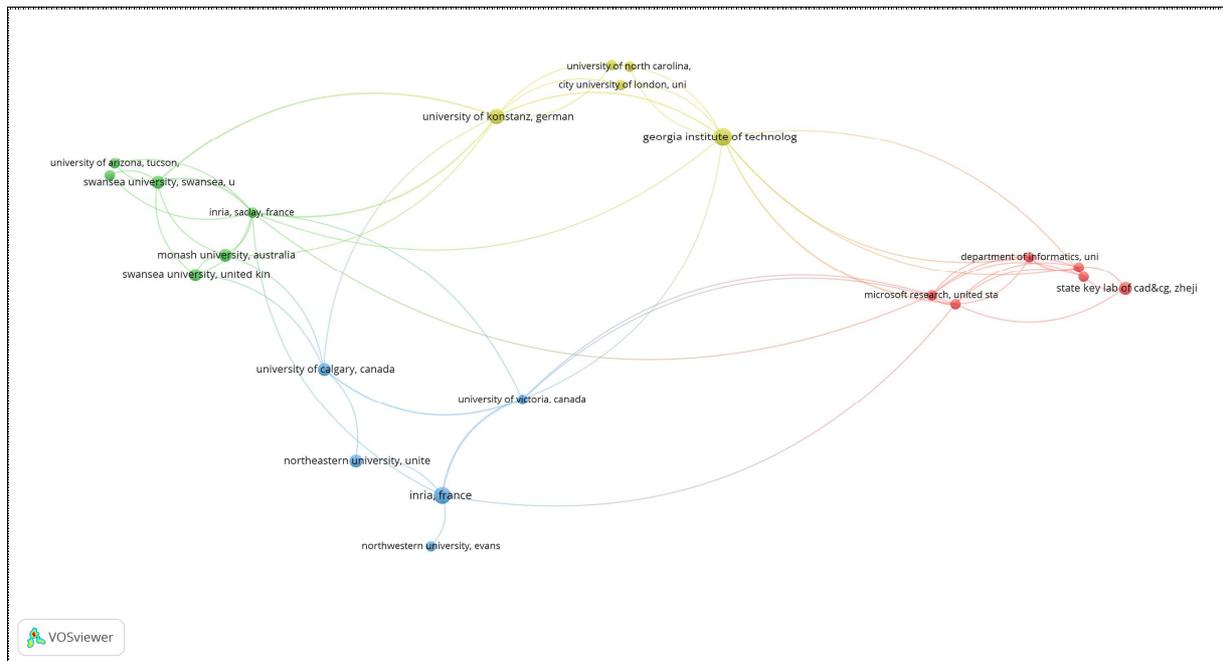


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Há a presença de nove *clusters* com relações de citações entre as publicações dos periódicos científicos, com pouca variação na quantidade de itens por *clusters*, entre um a quatro. Entre os periódicos, percebe-se que *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* é o que mais se destaca, com 64 documentos sendo citados em outros 13 periódicos, seguido por *Computer Graphics Fórum* com 24 publicações citadas em outros cinco periódicos. Ambas as fontes são voltadas para o tema computação gráfica, um dos temas centrais da área da visualização da informação. Entre as demais fontes, também são encontrados periódicos que abordam a visualização da informação e computação, tendo também fontes que abordam temas gerais, como *IEEE Access* e *Applied Sciences*.

A rede de citações de organizações de pesquisa (Figura 9) foi determinada entre as 932 organizações recuperadas em que os autores são filiados, com o corte pelas que obtiveram o mínimo de duas publicações de seus autores com citações pelas demais, o que totalizou 22 itens.

Figura 9 – Rede de citações de organizações de pesquisa



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

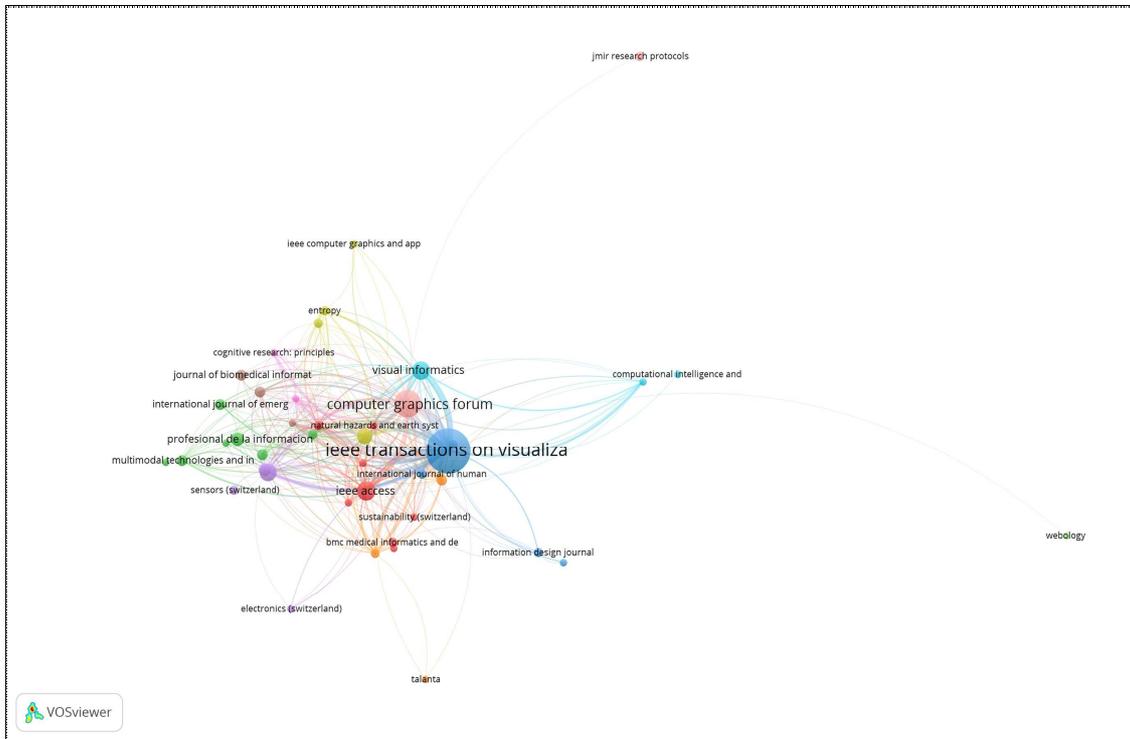
É uma rede que conta com quatro *clusters* com ligações com todos os demais. Também com pouca variação na quantidade de itens (cinco a seis), apresenta organizações de diferentes países e continentes. O que pode indicar uma rede de citações mundial da produção científica sobre visualização da informação com base nos autores filiados às organizações de pesquisa. A organização com maior destaque em citações de seus autores pelas demais foi *Georgia Institute of Technology* dos Estados Unidos, com seis publicações citadas por 10 outras organizações de pesquisa.

4.4 Rede de acoplamento bibliográfico de fontes (periódicos científicos)

As visualizações das redes de acoplamento bibliográfico são formadas a partir da quantidade de referências citadas por dois itens em comum (Van Eck; Waltman, 2021). Para a rede de periódicos científicos são considerados os documentos publicados nessas fontes. Para tanto, o grafo (Figura 10) foi gerado levando em consideração os 192 periódicos científicos

levantados, com corte pelos que possuem, no mínimo, duas publicações, o que totalizou 42 fontes.

Figura 10 – Rede de acoplamento bibliográfico de fontes



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

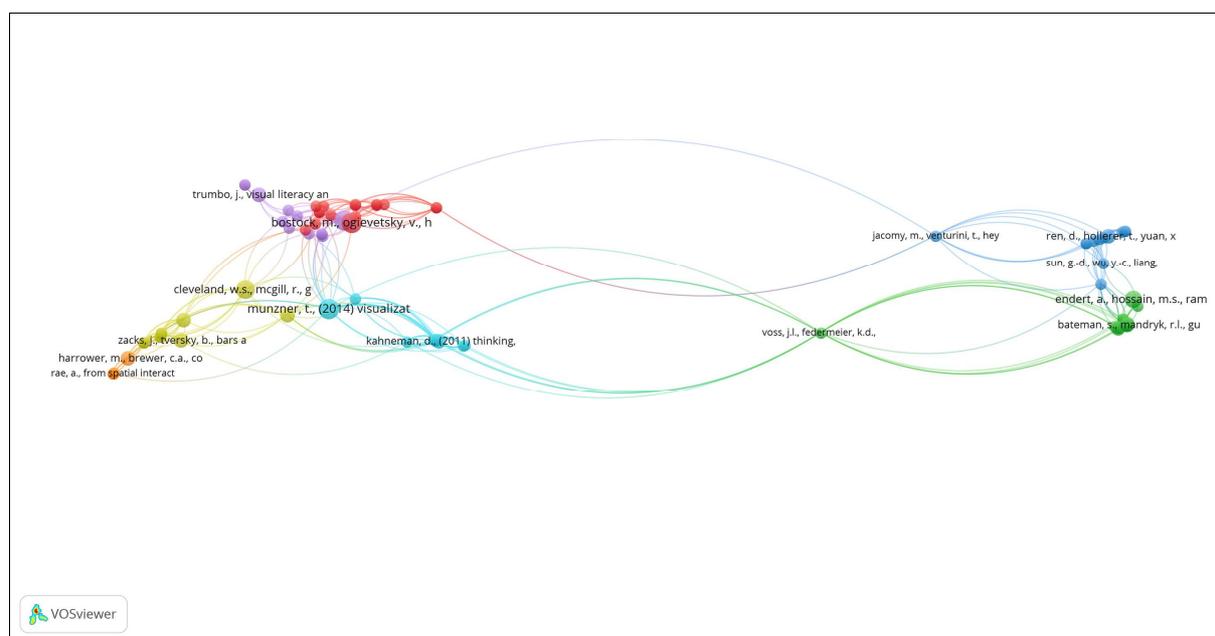
São notados 11 *clusters* com relações estreitas de proximidade, demonstrados pela visualização aproximada entre os nós de cada fonte, em que quanto mais próximo os nós de cada periódico, mais forte é a sua relação (Van Eck; Waltman, 2021). A proximidade dos *clusters* também pode ser um indicativo de periódicos científicos que publicam artigos que abordam assuntos comuns, que têm como foco temáticas similares sobre visualização da informação ou sobre temas que dialogam com essa área. Também pela visualização dessa rede, mostra-se que a fonte com maior número de publicações citadas por dois itens em comum foi *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, presente no *cluster* azul escuro, que trata sobre temas voltados à computação gráfica, técnicas de visualização científica, análise virtual, realidade virtual aumentada, técnicas de interação humano-computador, sistemas, *softwares*, *hardwares* e problemas de interface com usuários.

4.5 Rede de cocitação de referências

As redes de cocitação são formadas pelos *links* entre dois itens que são citados pelo mesmo documento, em que quanto mais próximos os nós das referências, mais fortes são suas

relações de cocitação (Van Eck; Waltman, 2021). Para a visualização da rede de cocitação de referências (Figura 11), foram consideradas as 100 primeiras referências que tiveram, no mínimo, duas citações. Assim, formou-se uma rede de 82 referências que apresentaram ligações e relacionamentos entre si.

Figura 11 – Rede de cocitação de referências



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

São visualizados sete *clusters*. O maior (vermelho) conta com 16 itens com *links* com os demais, à exceção do laranja e verde, podendo inferir que essas referências foram citadas em artigos em comum.

Esse grafo também permite “[...] identificar quais referências mais utilizadas nos documentos e apontar quais estudos foram mais relevantes para a construção de seus arcabouços teórico e empírico” (Medeiros Filho; Russo, 2018, p. 59). Desta forma, destacam-se as três publicações que obtiveram as maiores quantidades de citações, seis cada: Sedlmair, M., Meyer, M. e Munzner, T. (2012) *Design study methodology: Reflections from the trenches and the stacks*, publicada no periódico *Ieee Transactions on Visualization and Computer Graphics*; Bostock, M., Ogievetsky, V. e Heer, J. (2011) *D3 data-driven documents* publicado em *Ieee Transactions on Visualization and Computer Graphics*; e Munzner, T., (2014) *Visualization Analysis and Design* publicada pela empresa *CRC Press*.

5 Considerações finais

Dados e informações são disponibilizados em diferentes formatos e tipos de visualizações, entre elas as imagens, os gráficos, as tabelas e os infográficos, visando uma maior percepção e entendimento de quem os visualiza. Nesse sentido, a visualização da informação tem como intuito apresentar dados e informações utilizando materiais gráficos de maneira que se tornem mais naturais e exijam um menor esforço cognitivo dos seres humanos.

A visualização da informação, como área de pesquisa, combina a computação gráfica, a interação humano-computador, a cartografia e a mineração de dados para gerar representações gráficas de informações, para que sejam compreendidas mais facilmente e que ajudem a gerar novos conhecimentos aos leitores.

Uma das técnicas utilizadas na visualização da informação é a visualização em rede, que apresenta os relacionamentos entre os itens utilizando vértices, arestas ou matrizes para mostrar o tipo, o grau e a força dos relacionamentos. Para a geração desse tipo de visualização, existem *softwares* e programas de computadores, como o *VOSviewer*.

O *VOSviewer* é um *software* gratuito, disponibilizado também para uso *online* que permite gerar grafos de redes bibliométricas de metadados de produções científicas. É uma importante ferramenta para análises de indicadores bibliométricos, que possibilita visualizar as redes de relacionamentos de diferentes unidades de análises, como autores, organizações de pesquisas, países, fontes e referências.

Destarte, a presente pesquisa teve como objetivo analisar a produção científica internacional sobre visualização da informação indexada na base de dados *Scopus* a partir da visualização de redes bibliométricas geradas pelo *software VOSviewer*. A busca bibliográfica foi realizada recuperando artigos científicos em acesso aberto, pelo termo “*information visualization*”, nos campos de título, resumo e palavras-chave, e com o recorte temporal entre 2017 a 2021. Levantaram-se metadados de 386 artigos científicos, que foram extraídos para serem importados no *VOSviewer* para a criação de grafos de redes de relacionamentos.

Foram formadas visualizações de redes bibliométricas de coautoria, colaboração entre países, coocorrência de palavras-chave, citação de fontes, citação de organizações, acoplamento bibliográfico de fontes e cocitação de referências que permitiram uma melhor compreensão do desempenho da produção científica analisada.

Como trabalhos futuros, indicam-se pesquisas que abordem a produção científica sobre visualização da informação indexada em outras bases de dados, bem como outros estudos bibliométricos que verifiquem diferentes indicadores.

Referências

- ALMEIDA, C. C.; GRÁCIO, M. C. C. Produção científica brasileira sobre o indicador “fator de impacto”: um estudo nas bases scielo, scopus e web of science. **Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, [s. l.], v. 24, n. 54, p. 62-77, 2018.
- ARAÚJO, R. F.; ALVARENGA, L. A bibliometria na pesquisa científica da pós-graduação brasileira de 1987 a 2007. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, Florianópolis, v. 16, n. 31, p. 51-70, mar. 2011.
- BERRIEL, P.; SANTOS, M. do. **Bibliometria com o VOSviewer**. Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, 2020.
- CARD, S. K., MACKINLAY, J. D.; SHNEIDERMAN, B. **Readings in Information Visualization: Using Vision to Think**. Morgan Kaufman Publishers, 1999.
- CHIE, E. H; RIEDL, J. T. An operator interaction framework for visualization spreadsheets. **Proceedings of IEEE Information Visualization Symposium**, 1998.
- COSTA, M. U. P. da; MOURA, M. A. A Representação da informação em contextos de comunicação científica: a elaboração de resumos e palavras-chave pelo pesquisador- autor. **Informação & Informação**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 45-67, out. 2013.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed: Bookman, 2010. 296 p.
- DE BELLIS, N. **Bibliometrics and citation analysis: from the Science citation index to cybermetrics**. Lanham, Md.: Scarecrow Press, 2009. 417 p.
- DIAS, M. P.; CARVALHO, J. O. F. A visualização da informação e a sua contribuição para a ciência da informação. **DataGramZero**, [s. l.], v. 8, n. 5, 2007.
- FREITAS, C. M. D. S.; CHUBACHI, O. M.; LUZZARDI, P. R. G.; CAVA, R. A. Introdução à Visualização de Informações. **Revista de Informática Teórica e Aplicada, Instituto de Informática UFRGS**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 143-158, out. 2001.
- HOWISON, J.; BULLARD, J. Software in the scientific literature: Problems with seeing, finding, and using software mentioned in the biology literature. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, [s. l.], v. 67, n. 9, p. 2137–2155, set. 2016.
- MEDEIROS FILHO, A. R.; RUSSO, S. L. Marcas como um indicador: revisão sistemática e análise bibliométrica da literatura. **Biblios**, Peru, n. 71, p. 50-67, 2018.
- MESCHINI, F. O.; ALVES, B. H.; OLIVEIRA, E. F. T. Coautorias internacionais do Brasil em estudos métricos da informação e seus canais de comunicação. **Revista Conhecimento em Ação**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 54-69, 2018.
- NASCIMENTO, H. A. D.; FERREIRA, C.B.R. Uma introdução à visualização de informações. **Visualidades**, Goiânia, v. 9, n. 2, p. 13-43, jul./dez. 2011.
- OKUBO, Y. **Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems: Methods and Examples**. Paris: OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 1997. 71 p.

REGLY, T.; CAMPOS, M. L. A.; CAMPOS, L. Sistematização de técnicas de visualização da informação para a modelagem de domínios. **Informação & Informação**, [s. l.], v. 26, n. 3, p. 327-351, 2021.

SALERNO, B. N.; ARAÚJO, P. C.; FREITAS, M. C. D. Curadoria digital: estudo bibliométrico na scopus de 2010 a 2020. **Em Questão**, [s. l.], n. *online*, p. 185-208, 2021.

SANTOS, A. dos; MANGINI, E. R.; URDAN, A. T.; BRASIL ROSSINI, F. H. Avaliação bibliométrica em inovação em serviços. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 7, n. 1, p. 212-231, jan./jun. 2017.

SHNEIDERMAN, B. The eyes have it: a task by data type taxonomy for information visualization. *In: Proceedings of IEEE Symposium on Visual Language*, 1996, Boulder. **Anais [...]**. Boulder: IEEE, 1996. p. 336-343.

SOUSA, E. S.; FONTENELE, R. E. S. Mapeamento da produção científica internacional sobre valores humanos básicos. **Em Questão**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 214-245, 2019.

VAN ECK, N.; WALTMAN, L. **Software survey: VOSviewer**, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, [s. l.], v. 84, n. 2, p. 523-538, 2019.

VAN ECK, N.; WALTMAN, L. Visualizing bibliometric networks. *In: DING, Y.; ROUSSEAU, R.; WOLFRAM, D. (org.). Measuring Scholarly Impact: methods and practice*. Switzerland: Springer, 2014. 346p.

VAN ECK, N.; WALTMAN, L. **VOSviewer Manual**. Leiden: Universiteit Leiden, 2021. 54 p.

VAZ, F. R.; CARVALHO, C. L. **Visualização de Informações**. Relatório técnico - Universidade Federal de Goiás. 2004. Disponível em: https://ww2.inf.ufg.br/sites/default/files/uploads/relatorios-tecnicos/RT-INF_003-04.pdf. Acesso em: 11 jan. 2022.

WARD, M.; GRINSTEIN, G. G.; KEIM, D. **Interactive data visualization: Foundations, techniques, and applications**. Natick: AK Peters, 2015.

WARE, C. **Information Visualization: Perception for Design**. 2.ed. Amsterdam: Morgan Kaufman Publishers, 2004. 486p.

NOTAS

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: M. C. A. Gontijo, P. M. C. Holanda

Coleta de dados: M. C. A. Gontijo, P. M. C. Holanda

Análise de dados: M. C. A. Gontijo, P. M. C. Holanda

Discussão dos resultados: M. C. A. Gontijo, P. M. C. Holanda

Revisão e aprovação: M. C. A. Gontijo, P. M. C. Holanda

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DOS DADOS

Não se aplica

FINANCIAMENTO

Não se aplica

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO

Os autores

EDITOR RESPONSÁVEL

Patrícia Nascimento Silva (<https://orcid.org/0000-0002-2405-8536>)

EQUIPE DE APOIO

Josiane Santos Lima (<https://orcid.org/0009-0001-2672-0351>)

HISTÓRICO

Recebido em: 01-02-2024 – Aprovado em: 05-04-2024 – Publicado em: 03-05-2024.