

Qualidade da água e sensoriamento remoto: análise bibliométrica da produção científica mundial

Water quality and remote sensing: bibliometric analysis of world scientific production

DOI:10.34117/bjdv7n1-040

Recebimento dos originais: 10/12/2020

Aceitação para publicação: 06/01/2021

Keicyane Alves de Sousa

Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela UFPI
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Endereço: Avenida Universitária – Ininga, Teresina – PI – Brasil, CEP: 64049-538

E-mail: keicyanealves@ufpi.edu.br

Giovana Mira de Espindola

Doutora em Sensoriamento Remoto pelo INPE
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Endereço: Avenida Universitária – Ininga, Teresina – PI – Brasil, CEP: 64049-538

E-mail: giovanamira@ufpi.edu.br

Carlos Ernando da Silva

Doutor em Engenharia Química pela UNICAMP
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Endereço: Campus Universitário Min. Petrônio Portela - Centro de Tecnologia, Bloco 07 - Teresina – PI – Brasil, CEP: 64049-538

E-mail: carlosernando@ufpi.edu.br

RESUMO

O objetivo deste estudo foi mostrar o estado atual da investigação científica no monitoramento da qualidade da água, especificamente da eutrofização, por meio dos dados de sensoriamento remoto. Para tanto, foi realizado um estudo bibliométrico das publicações indexadas na Web of Science, analisando rede de citações, co-citações, acoplamento bibliográfico, relação de co-autoria e as palavras chaves mais presentes nos trabalhos catalogados. Durante o processo de busca, consultas e filtros foram realizados em função dos termos “*remote sensin*”, “*water quality*”, “*eutrophic*”, “*chloroph**”, obtendo assim um conjunto de 3.797 trabalhos. Com base nos resultados, concluímos que países desenvolvidos como o Estados Unidos, China e Alemanha, têm grandes quantidade de trabalhos que discutem a temática. Entre o conjunto de dados analisados, grande parte foi escrito na língua inglesa e publicados na forma de artigo. Poucos pesquisadores africanos, têm interesse pela temática. Já o Brasil encontra-se em estágio intermediário, entre os quinze países que mais publicam. Na análise das palavras-chave, foi notória a inter-relação entre o sensoriamento remoto, clorofila, fitoplânctons, todas associadas à eutrofização em ambientes aquáticos. Por fim, concluiu que existe uma curva crescente de trabalhos que usam o sensoriamento remoto para pesquisar aspectos da qualidade da água, com enfoque na eutrofização.

Palavras chaves: Clorofila, Eutrofização, Recursos hídricos, Qualidade da Água.

ABSTRACT

The aim of this study was to show the current state of scientific research in monitoring water quality, specifically eutrophication, using remote sensing data. To this end, a bibliometric study of publications indexed in the Web of Science was carried out, analyzing the network of citations, co-citations, bibliographic coupling, co-authorship relationship and the most common keywords in the cataloged works. During the search process, queries and filters were performed according to the terms "remote sensin", "water quality", "eutrophic", "chloroph *", thus obtaining a set of 3,797 jobs. Based on the results, we conclude that developed countries such as the United States, China and Germany, have a large number of works that discuss the theme. Among the data set analyzed, a large part was written in English and published as an article. Few African researchers are interested in the topic. Brazil is in an intermediate stage, among the fifteen countries that publish the most. In the analysis of the keywords, the interrelationship between remote sensing, chlorophyll, phytoplankton was notorious, all associated with eutrophication in aquatic environments. Finally, he concluded that there is an increasing curve of studies that use remote sensing to research aspects of water quality, focusing on eutrophication.

Keywords: Chlorophyll, Eutrophication, Water resources, Water quality.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional desordenado em conjunto com o desenvolvimento das cidades culmina em uma série de problemas hídricos, sobretudo, de infraestrutura e perda da qualidade da água (TUCCI, 2008; FAYER et al., 2018). Durante o Fórum Econômico Mundial (2017), que a crise hídrica global obteve uma mudança de patamar, passando de risco ambiental para a categoria de risco social, terceira posição na tabela de riscos (FAYER et al., 2018). Os autores entendem e pontuam a crise hídrica, como a diminuição na qualidade e quantidade de água doce disponível para o consumo, o que gera grandes prejuízos para a sociedade. Tundisi (2014) explica que a escassez de dos recursos hídricos gera instabilidade nas produções, no abastecimento de água, saneamento básico e na saúde pública, causando vulnerabilidade no crescimento sustentável e desequilíbrio social.

Desde 2016 vigora a Agenda 2030, nela são elencados 17 objetivos e 169 metas que devem ser implantadas até 2030 em prol do desenvolvimento sustentável. A água é uma temática recorrente, em especial, no objetivo para o desenvolvimento sustentável (ODS) número seis. Nele são impostas metas para assegurar a disponibilidade hídrica, a gestão sustentável da água e o saneamento básico para todos (ONU, 2015). Diversos autores apontam o monitoramento e o gerenciamento dos recursos hídricos, como medidas essenciais para diminuir a possibilidade da crise hídrica (MORETTI;

MARINHO, 2013; TUNDISI, 2014; FAYER et al., 2018) e assegurar água de qualidade para os seus diversos usos (FAYER et al., 2018).

A preocupação com a qualidade da água, se justifica pela facilidade em que as suas propriedades podem ser modificadas, fatores endógenos e exógenos ao meio ambiente, causam mudanças nos parâmetros qualitativos da água (VON SPERLING; FERREIRA; GOMES, 2008) e geram prejuízos para população.

Entre os principais problemas de qualidade da água, a eutrofização é o mais comum (LE et al., 2019), considerado por Paerl et al. (2011) como o principal impacto qualitativo da água. Sendo a eutrofização é um processo natural, e ou, artificial (ESTEVES, 1998), de incremento na quantidade de nutrientes em um ambiente aquático (ESTEVES, 1998; YANG et al., 2008; LE et al., 2019), que podem se tornar impróprios para utilização da população (ESTEVES, 1998; PAERL; HUIMAN, 2009).

O monitoramento da eutrofização é comumente realizado a partir de coletas amostrais pontuais que medem a concentração de clorofila-a nos mais diversos corpos aquáticos (ZHANG et al., 2016). Entretanto, autores como Bodulla et al. (2016) criticam esse tipo de amostragem por ela não possibilitar o monitoramento contínuo sistemático dos ambientes aquáticos. Para preencher essa lacuna, o sensoriamento remoto tem sido utilizado como metodologia alternativa para a realização do monitoramento (BRESCIANI et al., 2012; TOMING et al., 2016; GRENDALTE et al., 2018), por oferecer facilidades como o baixo custo, dados constantes e sinópticos (HUNTER et al., 2008).

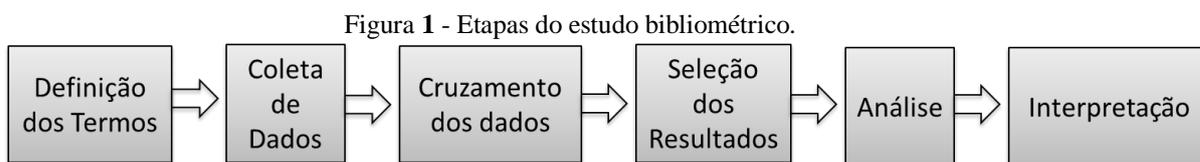
Devido ao crescente uso do sensoriamento remoto no monitoramento da qualidade da água, torna-se necessário investigar de como a produção científica mundial tem retratado a utilização do sensoriamento remoto no monitoramento da qualidade da água, especialmente no que tange o processo de eutrofização dos recursos hídricos. Assim, foi realizada uma análise bibliométrica com dados provenientes na base *Web of Science* (WOS), durante o período de janeiro de 2010 a janeiro de 2020.

2 METODOLOGIA

Nesta seção foram descritos os processos da elaboração do estudo bibliométrico da literatura científica sobre o uso do sensoriamento remoto no monitoramento da qualidade da água existente a partir da base de dados multidisciplinar WOS, com acesso gratuito pelo portal de periódicos da CAPES/MEC. No presente trabalho, não faz uma avaliação da qualidade do conteúdo dos artigos filtrados na base de dados, mas sim a

análise quantitativa-descritiva da presença das palavras chaves utilizadas, em um período de tempo delimitado.

A figura 1 ilustra as etapas desenvolvidas durante a elaboração da bibliometria. A abrangência temporal foi de dez anos, definida de janeiro de 2010 a janeiro de 2020. Os termos utilizados, foram definidos de acordo com a sua relevância para a temática e todos escritos em língua inglesa, para abranger a maior quantidade de trabalhos possíveis. Ao todo, foram pesquisados quatro termos: *remote sensin* (sensoriamento remoto), *water quality* (qualidade da água), *eutrophic* (eutrofização), *chloroph** (clorofila) or *CHLA*.



Fonte: Autores (2020).

Na plataforma do WOS os cruzamentos dos resultados total de cada termo pesquisado foi analisado em pares. A combinação com mais representatividade foi escolhida para a análise dos dados no software *VOSviewer 1.6.13* e na própria plataforma da base de dados WOS. Os métodos de análise de dados bibliométrico, seguiu a metodologia descrita por Zupic e Ater (2014), analisando cinco parâmetros análise de citações (*citation analysis*), co-citações (*cocitation-analysis*), acoplamento bibliográfico (*bibliographic couplig*), rede de coautoria (*co-author analysis*) e palavras-chave (*co-word*). O resultado dessas análises possibilitou discutir como pesquisadores e estudiosos têm utilizado o sensoriamento remoto no monitoramento da água.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bibliometria é uma área de estudo de grande relevância por possibilitar a análise da produção científica mundial. Seus parâmetros e ponderações conseguem representar o desempenho e desenvolvimento de um determinado campo do conhecimento (ARAÚJO; ALVARENGA, 2011).

Na busca pelo pelos termos estudados na base de dados WOS, foram encontrados o total de 195.733 trabalhos que atenderam aos critérios de seleção. Na tabela 1, é mostrado a quantidade de trabalhos publicados por terminologia pesquisada. Observou-se que a maior parte dos trabalhos que estão sendo escritos, envolvem os termos sensoriamento remoto, qualidade da água e clorofila, representando 96 % do total dos

trabalhos. Apesar da clorofila ser um indicativo do estado de eutrofização dos ambientes aquáticos, menos de 10 mil trabalhos têm enfoque no processo de eutrofização. De modo geral, pode-se constatar como a qualidade da água está, estreitamente, associada à eutrofização nos ambientes aquáticos. Por esta razão, constitui um tema amplamente discutido nos últimos anos em diferentes campos da ciência.

Tabela 1 - Resultados dos termos pesquisados na base de dados Web of Science

Termo Pesquisado	Resultados
Remote Sensing	69.789
Water Quality	51.596
Eutrophic	7.315
Chloroph* or CHLA	67.033

Fonte: Autores (2020).

Conforme descrito por Zupic e Ater (2014) a busca por termos de forma individual, resulta na assimilação de dados que não tem relação com a temática estudada. Por esse motivo, a combinação dos termos possibilita tornar os resultados mais assertivos e assim obter dados mais restritos, com maior enfoque na temática. Nota-se que os estudos de sensoriamento remoto não têm muita significância quando associados à eutrofização. Entretanto, é perceptível a relação entre a eutrofização e a clorofila, na qual diversos autores descrevem a clorofila-a como parâmetro para verificação do estado trófico da água (ESTEVES, 2011) além disso, a maioria dos estudos utiliza o sensoriamento remoto em conjunto com a clorofila (DORNHOFER; OPPELT, 2016; LE et al., 2019; LOPES et al., 2016; SOBRAL et al., 2016).

O refinamento dos termos, possibilitou a seleção de 3.797 trabalhos (Tabela 2), que tem como temática principal o uso do sensoriamento remoto e clorofila. Esses trabalhos, encontram-se disponíveis no formato de artigos (*article*), anais de eventos (*proceedings paper*) e também no formato de revisão bibliográfica (*review*), correspondendo, respectivamente a 83%, 13% e 2% do total de trabalhos selecionados.

Tabela 2 - Refinamento dos termos pesquisados.

Combinação dos Termos	Resultado
Remote Sensing + Water Quality	1.489
Remote Sensing + Eutrophic	222
Remote Sensing + Chloroph* or CHLA	3.797
Water Quality + Eutrophic	1.456
Water Quality + Chloroph* or CHLA	3.246
Eutrophic + Chloroph* or CHLA	1.423

Fonte: Autores (2020).

Na figura 2 é mostrada a distribuição temporal desses trabalhos. A discussão dessa temática vem crescendo linearmente últimos dez anos. Em 2018 e 2019 são os anos que mais tiveram trabalhos publicados e apesar de analisar 2020 somente no mês de janeiro, percebe-se que a quantidade de trabalhos já publicados poderá seguir a tendências dos anos anteriores e continuar com um grande número de publicações no decorrer do ano.

Figura 2 - Distribuição anual da quantidade de trabalhos publicados.



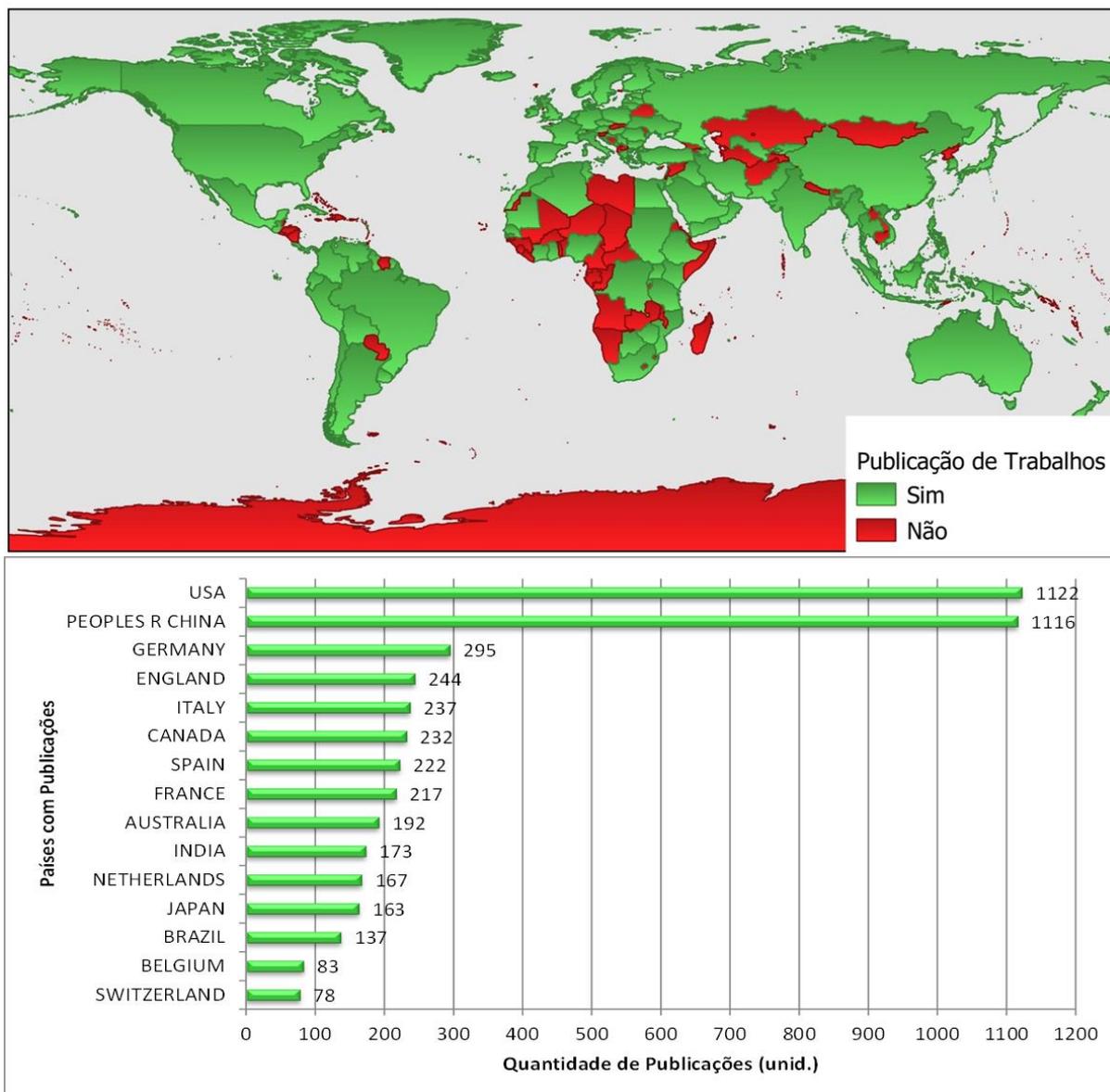
Fonte: Adaptado da *Web of Science* (2019)

A distribuição quantitativa de trabalhos publicados em todo mundo, possibilita avaliar o desempenho da pesquisa por país (LIN; HO, 2015). Os 15 principais países foram classificados por número de artigos. Ficou evidenciado na Figura 3 que a temática tem grande representatividade em todo o mundo, panorama este, que já havia sido destacado por Yang et al. (2008). As principais potências mundiais, Estados Unidos e a China, demonstram grande interesse na área, tendo em vista o percentual de trabalhos publicados por eles, ambos com 29%. Juntos, os dois países detêm mais da metade dos trabalhos que investigam a clorofila a partir de tecnologias do sensoriamento remoto.

Outros países europeus, como a Alemanha, Inglaterra e Itália, também tem destaque na produção científica nessa área de estudo. Entre os países sul-americanos, o

Brasil é o país que mais publica, e no ranking geral ocupa a 13ª posição. O fato de países mais favorecidos economicamente dominarem em termos as quantidades de publicações, não é surpreendente, pois são eles os detentores dos principais satélites e programas de monitoramento, como o Un Water e Quadro Diretivo da Água.

Figura 3 - Quantidade de trabalhos por países que publicaram durante o período pesquisado



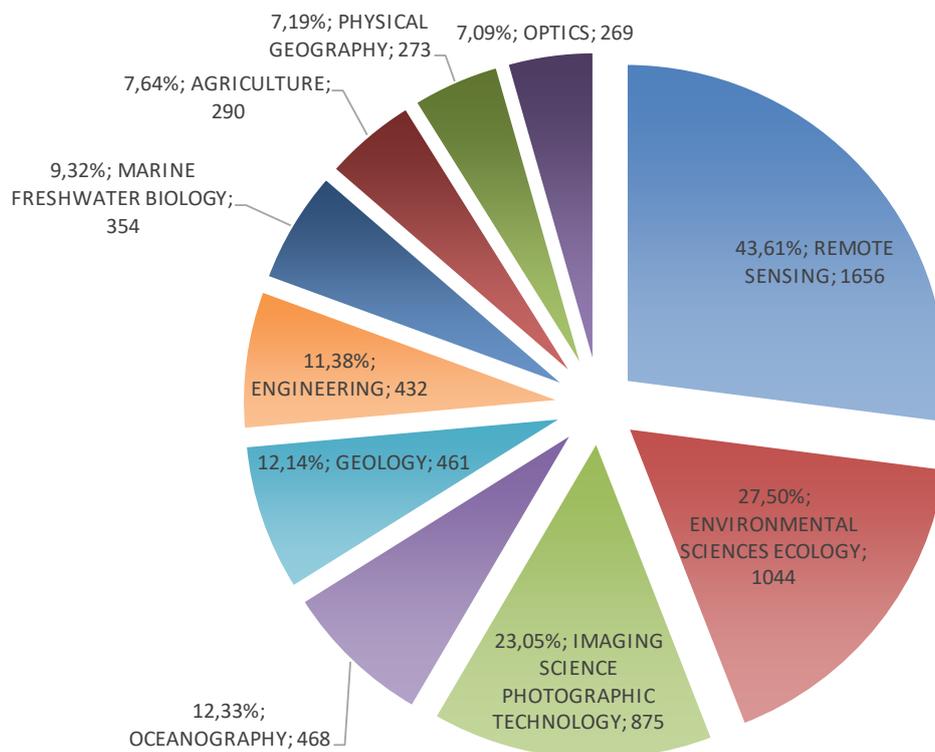
Fonte: Adaptado da *Web of Science* (2019)

Os trabalhos científicos aqui analisados, são provenientes de diversas partes do mundo, entretanto, durante a análise bibliométrica, foi constatado a soberania da língua inglesa nas publicações. De todos os 3.797 trabalhos considerados na análise bibliométrica, 3.688 (97%) foram escritos em língua inglesa, 76 (2%) em chinês e o restante dos 1% encontra-se dividido entre outros idiomas, desse restante apenas 10

(0,2%) foram escritos em português o que corresponde ao total de somente 10 trabalhos, mostrando que os pesquisadores brasileiros publicam em sua maioria em alguma língua estrangeira.

A temática analisada é bastante diversa. Dentre os trabalhos analisados foram identificadas o total de 37 categorias de pesquisa da WOS. A Figura 4 mostra as principais dez áreas de pesquisa que publicaram e publicam artigos relacionados à temática estudada. As seis principais categorias da WOS que publicaram pelo menos 10% de todos os artigos foram: sensoriamento remoto com 1.656 artigos (44% de 3.797), seguida de ecologia das ciências ambientais com 1.044 (27%), ciência tecnologia da imagem fotográfica 875 (23%), oceanografia e geologia com 468 e 461 (12%) respectivamente, e engenharia com 432 artigos (11%).

Figura 4 - Áreas de pesquisa na qual os trabalhos publicados foram enquadrados.

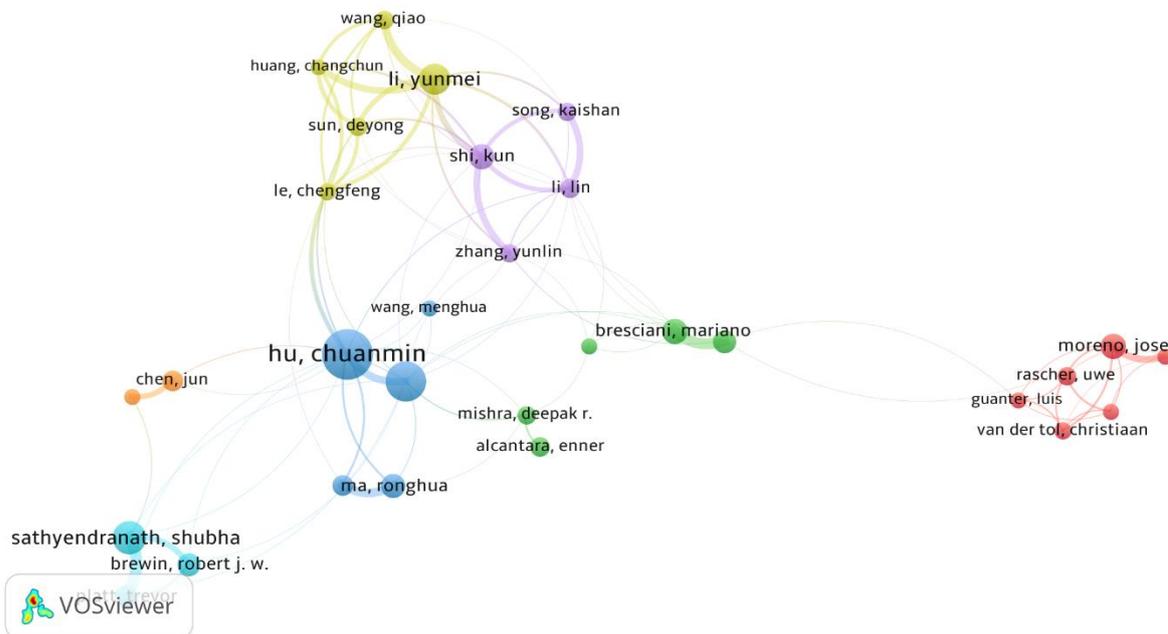


Fonte: Adaptado da *Web of Science* (2019).

Quanto à autoria desses trabalhos, foram catalogados o total de 11.998 autores, desses, 35 autores têm no mínimo 20 trabalhos escritos com essa temática. Geralmente, autores possuem uma relação de coautoria uns com os outros, a intensidade dessa relação é apresentada na Figura 5. O tamanho dos círculos é proporcional à quantidade de trabalhos publicados por cada autor, as linhas mostram as inter-relações entres os autores e as cores representam os *clusters*, ou seja, o agrupamento da rede de citações entre os

autores, quem citou quem. Na imagem é notório que no geral, a rede de autores se relaciona entre si, alguns com relações mais fortes e outros com menor força.

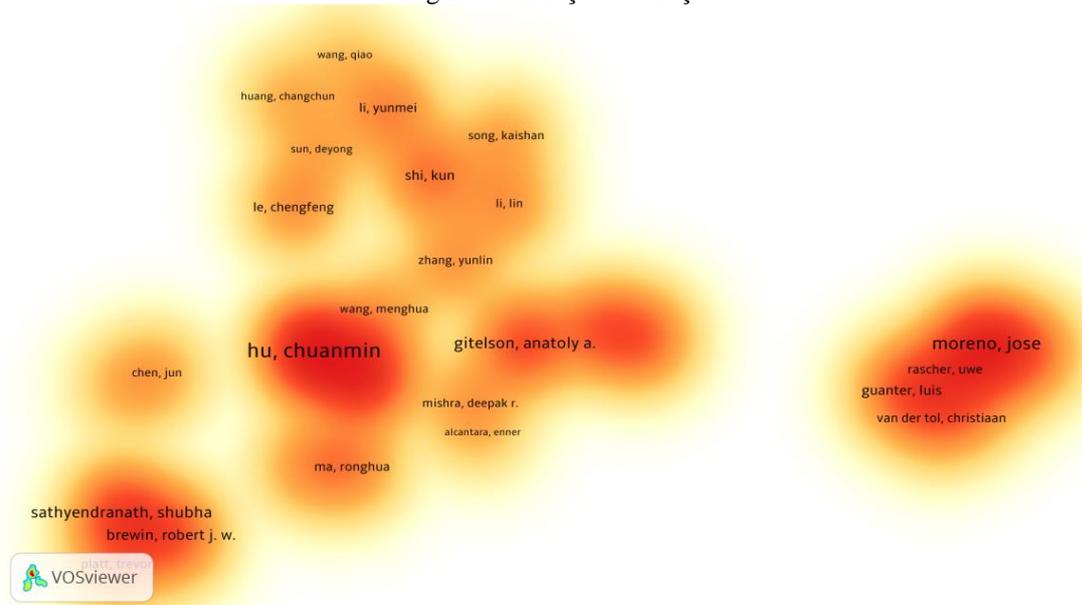
Figura 5 - Relação de autores e rede de co-autoria.



Fonte: Adaptado da *Web of Science* (2019).

O número de citações de cada autor (Figura 6) indica o seu nível de influência perante a comunidade científica que estuda a temática, quanto mais intensa é a coloração, mais o autor é citado. Assim é possível afirmar que Chuamin Hu é o autor que mais tem trabalhos citados e possui forte relação de co-autoria com outros pesquisadores, nesse sentido autores como Shubha Sathyendranath e José Moreno também são referências nessa área da ciência.

Figura 6 - Relação de citações.



Fonte: Adaptado da *Web of Science* (2019).

Sendo a bibliometria uma área de estudo que permite mapear a fundamentação de conceitos e temas (LIN; HO, 2015), mostrando as correntes teóricas em destaque dentro das temáticas estudadas (CHUEKE; AMATUCCI, 2015). Segundo Zupic e Ater (2014), as *keywords* permitem identificar as palavras que mais têm sido utilizadas ao longo do período estudado, além disso podem indicar tendências de pesquisa (LIN; HO, 2015). No período de referência dessa pesquisa, foram utilizadas o total de 11.840 *keywords*, dentre essas palavras 63 foram repetidas no mínimo 100 vezes.

São destacadas na Figura 7, as palavras mais recorrentes nas publicações, os termos “*remote sensing*”, “*chlorophyll*”, “*reflectance*”, “*phytoplankton*”, apresentaram maior intensidade. Além disso, se pode observar, pela coloração das palavras os agrupamentos de palavras que se inter-relacionam, por exemplo, o grupo em destaque na cor cinza inter-relaciona palavras *remote sensing*, *chlorophyll*, *reflectance* e *retrieval*. Isso explica, o porquê de trabalhos como o de Ha et al. (2017), Wang, Gong e Pu (2018) usarem dados do sensoriamento remoto para recuperar a quantidade de clorofila em diversos corpos hídricos, a partir de informações da reflectância de imagens de satélites.

identificação de diversos aspectos que influenciam a pesquisa científica nesse campo da ciência. Assim sendo, foi considerado satisfatório.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, R. F.; ALVARENGA, L. A bibliometria na pesquisa científica da pós-graduação brasileira de 1987 a 2007. Enc. Bibli: Revista Eletrônica Biblioteconomia e ciência da informação. Florianópolis, v.16, n. 31, p.51-70, 2011.
- BODDULA, V. et al. Data driven analysis of Algal Bloom activity for effective Water Sustainability. In: IEEE International Conferences on Big Data and Cloud Computing (BDCloud), Social Computing and Networking (SocialCom), Sustainable Computing and Communications (SustainCom)(BDCloud-SocialCom-SustainCom). IEEE, 2016. p. 424-430.
- CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. Internext – Revista eletrônica de negócios internacionais da ESPM, v.10, n.2, p.1-5, 2015.
- DUAN, H. et al. Assessment of chlorophyll-a concentration and trophic state for Lake Chagan using Landsat TM and field spectral data. Environmental monitoring and assessment, v. 129, n. 1-3, p. 295-308, 2007.
- ESTEVEZ, F. de A. Fundamentos de limnologia. Interciência, 1998.
- FAYER, G. C. et al. Crise hídrica: evolução dos decretos estaduais sobre escassez hídrica em minas gerais. Simpósio de recursos hídricos da bacia do rio paraíba do sul, Juiz de Fora - MG, v. 3, p. 1-10, 2018. Disponível em: <<https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/abrh/Eventos/Trabalhos/76/A0009.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2018.
- FIGUEIREDO, H. P. de et al. Water quality in an urban environmental protection area in the Cerrado Biome, Brazil. Environmental monitoring and assessment, v. 191, n. 2, p. 117, 2019.
- GRENDAITĖ, D. et al. Chlorophyll-a concentration retrieval in eutrophic lakes in Lithuania from Sentinel-2 data. Geologija. Geografija, v. 4, n. 1, 2018.
- HA, N. T. T. et al. Selecting the Best Band Ratio to Estimate Chlorophyll-a Concentration in a Tropical Freshwater Lake Using Sentinel 2A Images from a Case Study of Lake Ba Be (Northern Vietnam). ISPRS International Journal of Geo-Information, v. 6, n. 9, p. 290, 2017.
- HUNTER, P. D. et al. The spatial dynamics of vertical migration by *Microcystis aeruginosa* in a eutrophic shallow lake: A case study using high spatial resolution time-series airborne remote sensing. Limnology and Oceanography, v. 53, n. 6, p. 2391-2406, 2008.
- LE, M. M. et al. Eutrophication: A new wine in an old bottle?. Science of the Total Environment, v. 651, p. 1-11, 2019.
- LOPES, F. B. et al. Simulation of spectral bands of the MERIS sensor to estimate chlorophyll-a concentrations in a reservoir of the semi-arid region. Revista Agro@mbiente On-line, v. 10, n. 2, p. 96-106, 2016.
- MACHADO, C. J. S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. Ambient. soc., Campinas, v. 6, n. 2, p. 121-136, Dez. 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414753X2003000300008&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 02 Jan. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2003000300008>.
- MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. D. Introdução ao Sensoriamento Remoto. Brasília: UNB/CNPq, 2012.
- MORETTI, E. C.; MARINHO, V. L. F. Os caminhos das águas: As políticas públicas ambientais e criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Geosul, v. 28, n. 55, p. 123-142, 2013.

MOSES, W. J. et al. Satellite estimation of chlorophyll-A concentration using the red and NIR bands of MERIS —The Azov sea case study. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, v. 6, n. 4, p. 845-849, 2009.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL - ONU BR. Secretário-geral da ONU apresenta síntese dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável pós-2015. Publicado em: 4 dez. 2014. Atualizado em: 01 set. 2015.

PAERL, H. W. et al. Controlling harmful cyanobacterial blooms in a hyper-eutrophic lake (Lake Taihu, China): the need for a dual nutrient (N & P) management strategy. *Water research*, v. 45, n. 5, p. 1973-1983, 2011.

PAERL, H. W.; HUISMAN, J. Climate change: a catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms. *Environmental microbiology reports*, v. 1, n. 1, p. 27-37, 2009.

SOBRAL, et al. Comportamento espacial da Clorofila-A no reservatório de Itaparica, rio São Francisco. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 20, n. 3, 2016.

STREIT, N. M. et al. Como clorofilas. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, junho de 2005. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000300043&lng=en&nrm=iso>. Acesso: 10 de abril de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000300043>

TOMING, K. et al. First experiences in mapping lake water quality parameters with Sentinel-2 MSI imagery. *Remote Sensing*, v. 8, n. 8, p. 640, 2016.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. *Estud. av.*, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. Disponível

em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142008000200007&lng=en&nrm=iso>. Acessado: 10 Jan. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>.

TUNDISI, J. G. et al. Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, p. 47, 2014.

VON SPERLING, E.; FERREIRA, A. C. da S.; GOMES, L. N. L. Comparative eutrophication development in two Brazilian water supply reservoirs with respect to nutrient concentrations and bacteria growth. *Desalination*, v. 226, n. 1-3, p. 169-174, 2008.

WANG, X.; GONG, Z.; PU, R. Estimation of chlorophyll a content in inland turbidity waters using WorldView-2 imagery: a case study of the Guanting Reservoir, Beijing, China. *Environmental monitoring and assessment*, v. 190, n. 10, p. 620, 2018.

YANG, X. et al. Mechanisms and assessment of water eutrophication. *Journal of Zhejiang University Science B*, v. 9, n. 3, p. 197-209, 2008.

YANG, X. et al. Mechanisms and assessment of water eutrophication. *Journal of Zhejiang University Science B*, v. 9, n. 3, p. 197-209, 2008.

ZHANG, Y. et al. Satellite analysis to identify changes and drivers of CyanoHABs dynamics in Lake Taihu. *Water Science and Technology: Water Supply*, v. 16, n. 5, p. 1451-1466, 2016.

Zupic, I.; Ater, T. 2014. Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. <http://doi.org/10.1177/1094428114562629>, 2014.