



Avaliação da produção científica sobre o uso do modelo hidrológico SWAT no Brasil através da Análise Bibliométrica

Evaluation of scientific production on the use of the SWAT hydrological model in Brazil through Bibliographical Analysis

1. Antonio Von Ende Dotto  <https://orcid.org/0000-0002-3095-4679>
2. Lucas da Silva Ribeiro  <https://orcid.org/0000-0002-5677-5716>
3. Luís Eduardo de Souza Robaina  <https://orcid.org/0000-0002-2390-6417>
4. Romário Trentin  <https://orcid.org/0000-0002-0615-2801>

1. Universidade Federal de Santa Maria  Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil
2. Universidade Federal de Santa Maria  Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil
3. Universidade Federal de Santa Maria  Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil
4. Universidade Federal de Santa Maria  Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

Autor de correspondência: dottovon@gmail.com

RESUMO

A bibliometria é uma técnica quantitativa e estatística que permite medir índices de produção e disseminação do conhecimento, acompanhar o desenvolvimento de diversas áreas científicas. Neste sentido, o presente trabalho busca analisar as produções científicas que se apropriaram do modelo hidrológico SWAT em território brasileiro. O levantamento de produções acadêmicas foi realizado junto a plataforma Web of Science (WoS). Desse modo, foram analisados 173 documentos publicados entre janeiro de 2001 e janeiro de 2023. Estas produções foram inseridas no software VOSviewer® que permitiu a construção de redes bibliométricas com conexões entre citações, instituições, países, palavras-chave, coautoria, periódicos e pesquisadores. Nos resultados constatou-se uma evolução das publicações relacionadas ao modelo SWAT no Brasil a partir de 2013, com um grande número em 2019 seguido de uma breve queda e após o ápice em 2022. Portanto, a pesquisa bibliométrica sobre o modelo SWAT aplicado no território brasileiro indicou que a partir de 2013 houve um significativo interesse por essa temática e as análises podem subsidiar pesquisadores da área de investigação com relação a produção científica, assim como, a metodologia aplicada pode ser reaplicada para outras temáticas, e recortes temporais.

Palavras-chave: Cienciometria, Produção Bibliográfica, SWAT.

ABSTRACT

Bibliometrics is a quantitative and statistical technique that allows measuring production rates and dissemination of knowledge, monitoring the development of various scientific areas. In this sense, the present work seeks to analyze the scientific productions that appropriated the SWAT hydrological model in Brazilian territory. The survey of academic productions was carried out with the Web of Science (WoS) platform. Thus, 173 documents published between January 2001 and January 2023 were analyzed. These productions were inserted into the VOSviewer® software, which allowed the construction of bibliometric

networks with connections between citations, institutions, countries, keywords, co-authorship, journals and researchers. The results showed an evolution of publications related to the SWAT model in Brazil from 2013, with a large number in 2019 followed by a brief drop and after the apex in 2022. Therefore, the bibliometric research on the SWAT model applied in the Brazilian territory indicated that from 2013 there was a significant interest in this theme and the analyzes can subsidize researchers in the area of investigation regarding scientific production, as well as applied methodology can be reapplied to other themes, and time cuts.

Keywords: Scientometrics, Bibliographic Production, SWAT.

INTRODUÇÃO

Uma importante ferramenta de análise das produções científicas é a bibliometria, que é uma técnica quantitativa e estatística que permite medir índices de produção e disseminação do conhecimento, acompanhar o desenvolvimento de diversas áreas científicas e os padrões de autoria, publicação e uso dos resultados de investigação (OKUBO, 1997; ARAÚJO, 2006).

Para Vasconcelos (2014), os campos do conhecimento têm sua evolução vinculada à pesquisa e ao avanço tecnológicos, onde os estudos bibliométricos atendem, em níveis distintos, a esse objetivo de mensuração e correspondente função diagnóstica, permitindo, igualmente, a avaliação do crescimento das áreas e campos correlatos. É através da aplicação de diversos indicadores bibliométricos que se faz a avaliação da produção científica, fator primordial para o reconhecimento dos investigadores junto da comunidade científica, nacional e internacional, e das agências financiadoras (SANCHO, 2002).

Ribeiro (2017) reconhece que os estudos bibliométricos deixaram de ser emergentes e se tornaram fontes valiosas de estudos, pois, por meio das técnicas de análise bibliométricas, os pesquisadores conseguem estudar diversos temas proporcionando, com isso, uma visão ampla de temáticas ainda pouco vistas no contexto literal acadêmico. Assim, esses temas podem ser mais bem avaliados, fazendo com que eles possam sair da fase preliminar que se encontram, para tornarem-se recorrentes na produção científica.

Neste sentido, uma das etapas mais importantes no decorrer de uma pesquisa científica é o levantamento bibliográfico para o referencial teórico que desempenha um

papel fundamental ao analisar o estado atual do problema a ser pesquisado, levando em consideração tanto aspectos teóricos quanto estudos e pesquisas anteriores já realizados (MARCONI e LAKATOS, 2003). Essa etapa toma proporção ainda maior quando a temática de estudo do pesquisador não é amplamente desenvolvida no âmbito acadêmico, como é o caso de alguns modelos hidrológicos que não são muitos utilizados na ciência geográfica.

Os modelos hidrológicos são importantes ferramentas que podem auxiliar na gestão de bacias hidrográficas através da modelagem de processos hidrológicos. Esses modelos necessitam da inserção de dados como topografia, uso da terra, informações pedológicas, além de informações climáticas específicas. A partir disso, os modelos se baseiam em uma série de equações matemáticas para poder estimar informações sobre as variáveis hidrológicas de determinada bacia hidrográfica, tais como a vazão dos rios, a evapotranspiração, escoamento superficial, dados diversos sobre qualidade da água e água subterrânea. Esses modelos permitem, inclusive, sua aplicação para análise de simulação de cenários hipotéticos com base nos dados envolvidos no processo o que pode auxiliar na predição de impactos proporcionados pela instabilidade climática e uso desordenado da terra.

Dentre esses modelos, destaca-se o modelo SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*), desenvolvido para o Departamento de Agricultura (ARS/USDA) dos Estados Unidos para analisar os impactos das alterações do uso do solo sobre o escoamento da água, produção de sedimentos e qualidade da água em grandes bacias hidrográficas não instrumentadas (ARNOLD *et al.*, 1998). Neste modelo há a integração entre o SIG (Sistema de Informação Geográfica) e equações matemáticas que representam o comportamento hidrológico da bacia. Por abranger diversos componentes hidrossedimentológicos em uma interface intuitiva, embora complexa, o modelo SWAT está sendo cada vez mais utilizado pelas instituições acadêmicas.

Dessa forma, o presente trabalho busca, por meio de indicadores quantitativos, analisar as produções científicas que se apropriaram do modelo SWAT para analisar o comportamento hidrológico de bacias hidrográficas localizadas em território brasileiro.

METODOLOGIA

A organização do banco de dados iniciou-se com o levantamento de produções acadêmicas disponíveis na plataforma *Web of Science* (WoS). Para a busca de arquivos no site, inseriu-se no campo de pesquisa as palavras-chave: “*model SWAT*” e “*Brazil*”. Após a busca, foi feito download de todos os resultados encontrados em formato *xlsx* em que foi possível revisar, através da leitura do título e resumo das produções, se todos os trabalhos analisados eram condizentes com o objetivo dessa pesquisa de avaliar somente as produções que aplicam o modelo SWAT no Brasil. Após essa revisão, somou-se um total de 173 documentos selecionados publicados entre janeiro de 2001 e janeiro de 2023.

Esse arquivo em formato tabular, foi inserido no *software VOSviewer*® 1.6.18 desenvolvido pelo Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade de Leiden para visualizar mapas bibliométricos (VAN ECK e WALTMAN, 2010). Tal programa permitiu a construção de redes com conexões entre citações, instituições, países, palavras-chave e coautoria, além da visualização de redes de coocorrência de periódicos e pesquisadores. Como última etapa metodológica dessa pesquisa, foi realizado a análise bibliométrica com a interpretação dos dados bibliográficos a partir dos diagramas obtidos pelo *VOSviewer*.

As figuras que o *VOSviewer* apresenta são em formatos circulares que indicam o tema (citação, documento, autores etc.) sendo o diâmetro dos círculos diretamente proporcional a frequência do item. As cores representam *clusters*, ou grupos relacionados ao tema de análise e as linhas são as relações que se estabelecem, quanto maior a espessura mais importante é a conexão.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A evolução de publicações, ao longo do tempo, relacionadas a utilização do modelo SWAT em bacias hidrográficas no Brasil está apresentada no Gráfico 1. Observa-se que houve um aumento significativo no número de publicações a partir de 2013, com um pico em 2019. Após 2019, houve uma queda gradual nas publicações até 2022, quando houve o maior número de publicações. Esse período de menor quantidade de

produções coincide com os anos de pandemia do Covid-19 em que os trabalhos acadêmicos foram realizados, em sua maioria, de forma remota e isolada. Em 2023, até março, houve uma queda em relação a 2022, mas ainda com um número considerável de publicações que pode aumentar.

Gráfico 1 - Dados da série histórica de produções utilizando o modelo SWAT no Brasil

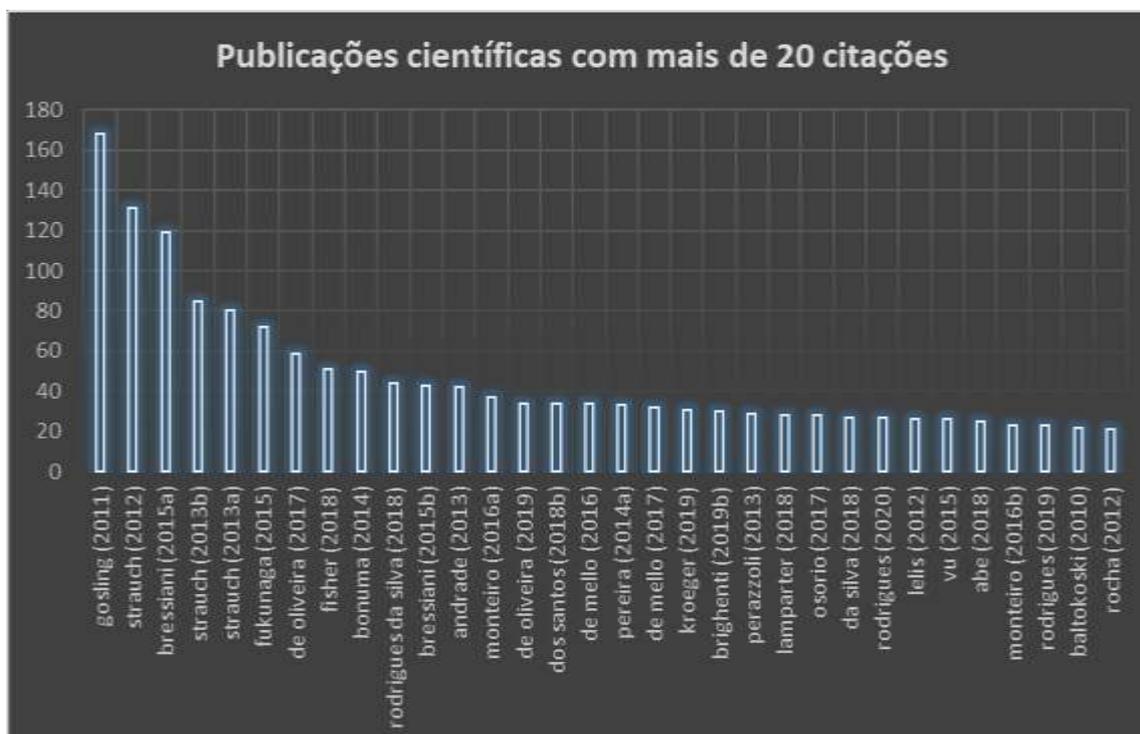


Fonte: Autores (2023)

Os trabalhos considerados mais relevantes em virtude da quantidade de citações (Gráfico 2), foram as publicações realizadas entre os anos de 2010 e 2015, período simultâneo ao aumento das produções que aplicam o SWAT. O trabalho mais citado nos anos de observação foi o desenvolvido pelos pesquisadores S. N. Gosling, R. G. Taylor, N. W. Arnell, e M. C. Todd, no ano de 2011, intitulado *“A comparative analysis of projected impacts of climate change on river runoff from global and catchment-scale hydrological models”*. Segue o artigo de Michael Strauch, Christian Bernhofer, Sérgio Koide, Martin Volk, Carsten Lorz e Franz Makeschin, em 2012, intitulado *“Using precipitation data ensemble for uncertainty analysis in SWAT streamflow simulation”* e o artigo de Danielle de Almeida Bressiani, Philip W. Gassman, Josimar Gurgel Fernandes, Luis Hamilton Pospissil Garbossa, Raghavan Srinivasan, Nadia Bernardi Bonumá, Eduardo Mario Mendiondo, do ano de 2015, intitulado *“Review of soil and water assessment tool (SWAT) applications in Brazil: Challenges and prospects”*. Enfatiza-se que o pesquisador

Michael Strauch possui mais dois artigos de destaque publicados no ano de 2013 e que possuem mais de 80 citações cada.

Gráfico 2 - Dados das principais citações

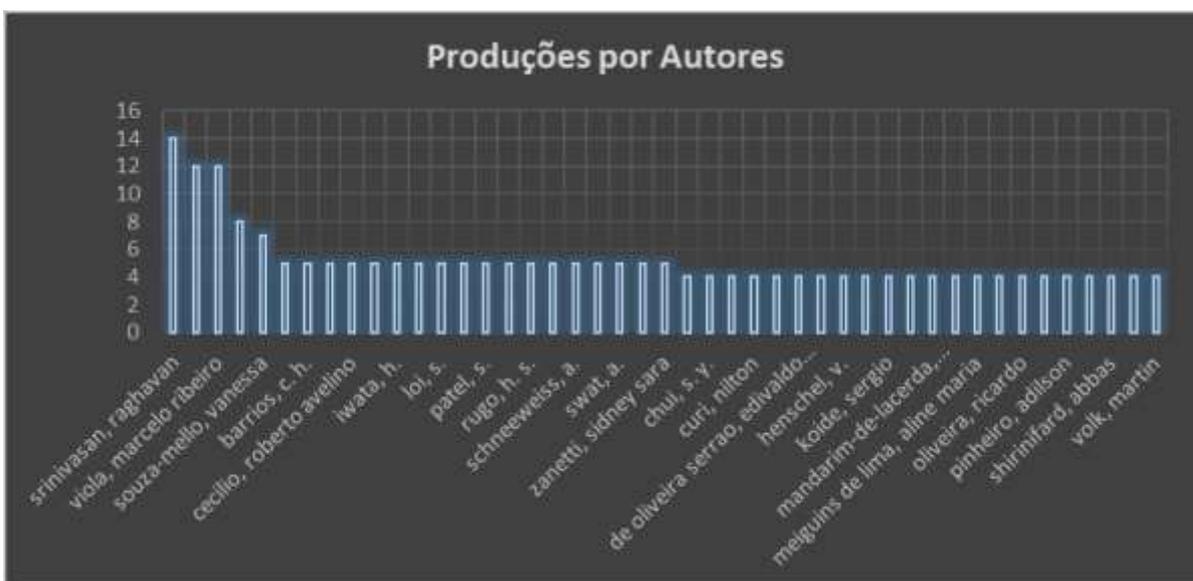


Fonte: Autores (2023)

O artigo de Gosling *et al.* (2011), com 168 citações, apresenta uma análise comparativa dos impactos projetados das mudanças climáticas no escoamento hídrico a partir de dois tipos de modelos hidrológicos: um modelo hidrológico global (GHM) e modelos hidrológicos em escala de bacia (CHM). As análises são conduzidas para seis bacias hidrográficas que são padrões em cobertura de uso do solo e apresentam fortes contrastes em escala espacial, bem como de condições climáticas. Com 131 citações, o artigo de Strauch *et al.* (2012) apresenta o emprego de dados de precipitação para análise de incertezas na simulação de escoamento superficial pelo modelo SWAT. Nesse sentido, mostra que a modelagem de conjunto com múltiplas entradas de precipitação pode aumentar consideravelmente o nível de confiança nos resultados da simulação, particularmente em regiões com poucos dados. Bressiani *et al.* (2015) com 119 citações, buscou elaborar uma revisão literária sobre as aplicações do modelo SWAT.

Com relação ao número de publicações, o Gráfico 3 apresenta os autores que possuem no mínimo 4 publicações de estudos utilizando o SWAT no Brasil, sendo o autor Raghavan Srinivasan o maior pesquisador acerca desse tema com 14 documentos. Além dele, os autores, Carlos Rogério de Mello e Marcelo Ribeiro Viola destacam-se por terem 12 documentos produzidos.

Gráfico 3 - Dados de produções por autores

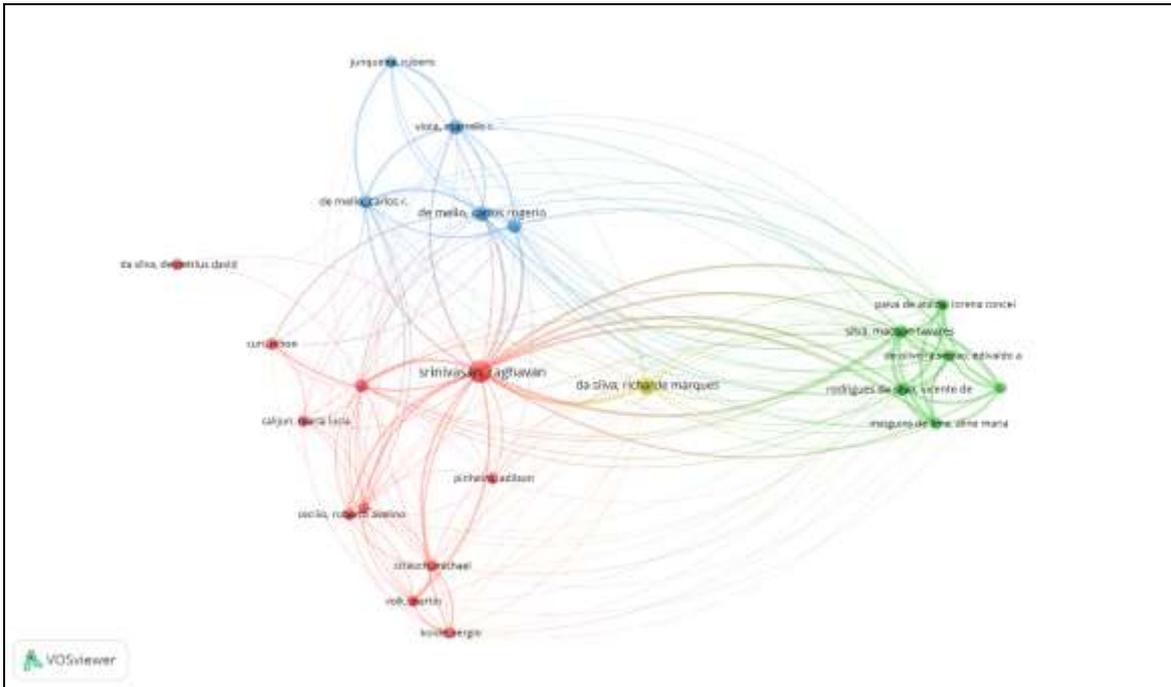


Fonte: Autores (2023)

Na Figura 1 observam-se 04 principais *clusters* que se relacionam na produção de artigos. É possível indicar que os autores, Carlos Rogério de Mello e Marcelo Ribeiro Viola pertencem ao mesmo grupo de trabalho e que Raghavan Srinivasan tem uma importante relação com os demais autores que produzem sobre o tema.

Nos trabalhos levantados para análise das palavras-chave mais utilizadas e com maior conexão entre os documentos, são as palavras: *Modelo SWAT*, *Calibração* e *Solos* (Gráfico 4). Isso evidencia que grande parte dos estudos se relacionam com apresentação de calibração do modelo em diferentes condições da bacia hidrográfica e a relação das respostas hidrológicas com os solos. Portanto, evidencia-se a preocupação de autores no refinamento e qualidade dos resultados da modelagem hidrológica a partir da importância dada à fase da calibragem de dados.

Figura 1 - Dados dos principais clusters referentes aos autores



Fonte: Autores (2023)

Gráfico 4 - Dados sobre as palavras-chaves



Fonte: Autores (2023)

Com relação à nacionalidade dos autores que tem desenvolvido pesquisa, com uso do modelo SWAT no Brasil, o Gráfico 5 mostra que os principais países são o próprio Brasil e os Estados Unidos da América (EUA) com 217 e 54 autores, respectivamente.

Gráfico 5 - Dados quantidade de autores por nacionalidade

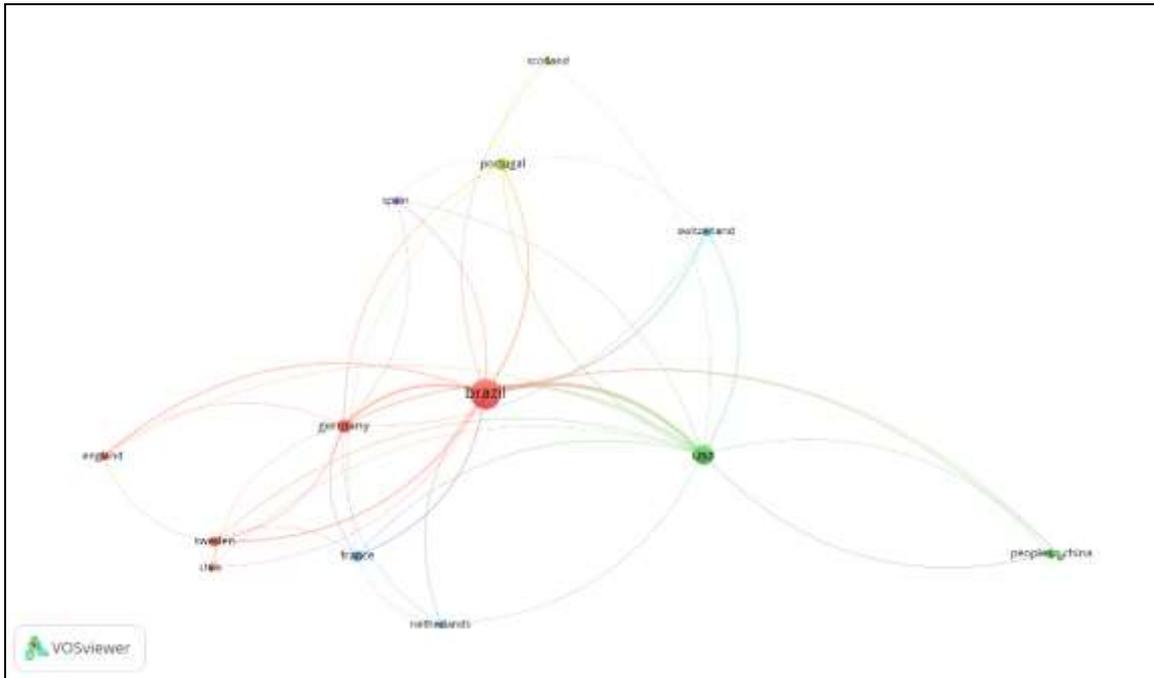


Fonte: Autores (2023)

Essa relação pode ser visualizada pela Figura 2, que apresenta as articulações entre os pesquisadores em mais de 14 países. Observa-se, que a maior articulação de pesquisadores ocorre entre os do Brasil e dos EUA, porém também destacam autores da Alemanha, China, França e Portugal.

A Alemanha detém um alto número de autores (19) e citações (604). Isso pode ser atribuído ao seu sistema de pesquisa robusto com amplo panorama científico de excelente reputação. É interessante também notar que países de língua inglesa, como EUA, Inglaterra, Austrália e Canadá, têm uma presença significativa em termos de produção científica. Fatores como a predominância do inglês como idioma de publicação científica - língua estrangeira mais estudada e falada no mundo (KRAMSCH, 2014) e o acesso a recursos e financiamento para pesquisa podem ser determinantes.

Figura 2 - Dados das articulações entre pesquisadores de diferentes países.

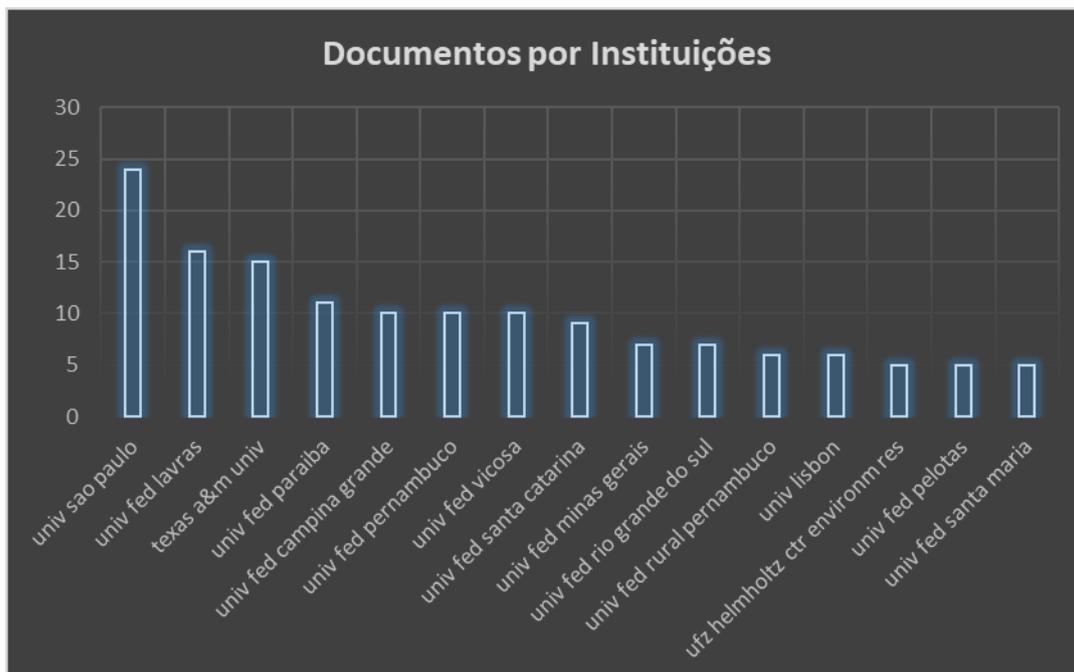


Fonte: Autores (2023)

Os autores que desenvolveram estudos sobre o tema no Brasil são de 28 instituições, sendo 17 nacionais e 11 estrangeiras (Gráfico 6). No cenário nacional, a Universidade de São Paulo é a que apresenta o maior número de documentos (35), entretanto podemos destacar a Universidade Federal de Lavras, Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal de Pernambuco, Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a Universidade Federal de Viçosa que apresentam mais de 10 documentos. As instituições estrangeiras com maior participação é *Texas A&M University* e a Universidade de Lisboa.

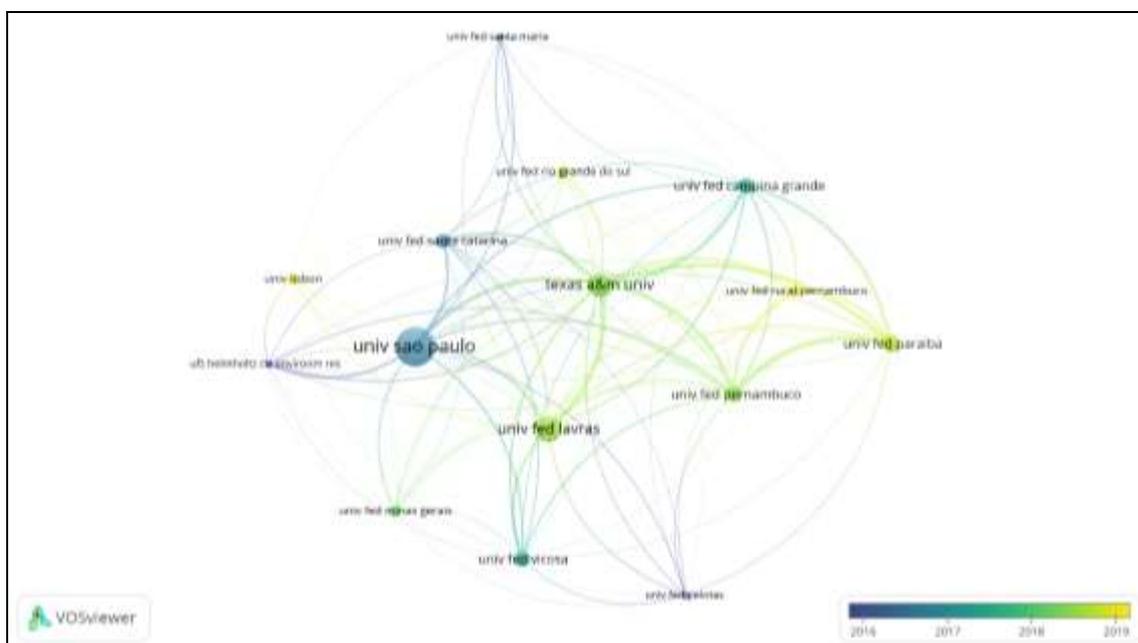
Em termos de conexões (Figura 3) observa-se que a Universidade de São Paulo se conecta com as demais Instituições que trabalham no tema. Com relação às universidades estrangeiras observam-se a *Texas A&M University* que apresenta a maior conexão. Ainda na figura pode ser observado uma tendência de produções na região Nordeste nos últimos anos (SANTOS, 2018; VIRÃES e CIRILO, 2019; ESTACIO, 2021; SILVA, 2022), expandido a investigação científica para bacias hidrográficas de condições fisiográficas singulares como em áreas inseridas no clima semiárido.

Gráfico 6 - Dados de documentos por instituições



Fonte: Autores (2023)

Figura 3 - Dados da conexão entre as instituições.

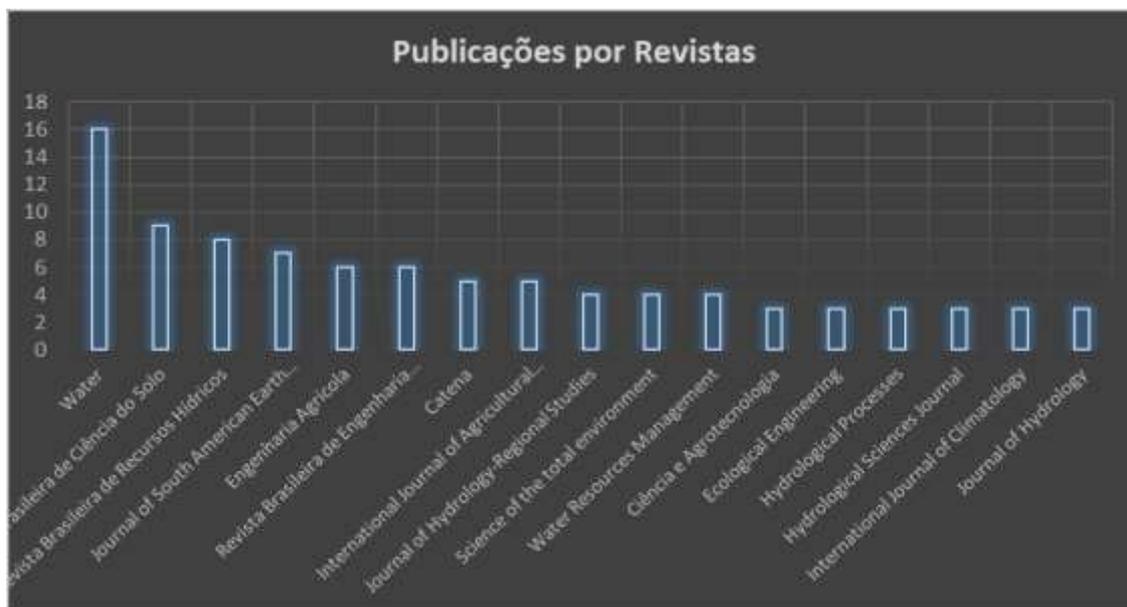


Fonte: Autores (2023)

A escolha de uma revista científica durante o desenvolvimento de produções científicas é importante, pois a linha editorial do veículo deve condizer com o estudo proposto, tornando-a um parâmetro interessante para avaliar em quais eixos temáticos

estão concentradas as publicações em análise. Dessa forma, as revistas com maiores citações de artigos sobre o uso do modelo SWAT, em bacias no Brasil, são a “*Water*” com 25 citações, e a “*Revista Brasileira de Recursos Hídricos*” (8 citações), o que sugere que essas revistas são relevantes e possuem linhas de publicações bastante associadas ao uso de modelos hidrológicos e sistemas de informação geográfica. Algumas revistas como *Catena* e *Engenharia Agrícola* possuem um número importante de citações (7 cada), “*Journal Hydrology*” e “*Journal South America Earth Science*” que possuem 6 citações cada. As áreas de interesse predominante estão na interface entre engenharia agrícola e estudos de paisagem e solos (Gráfico 7).

Gráfico 7 - Dados de publicações por revistas

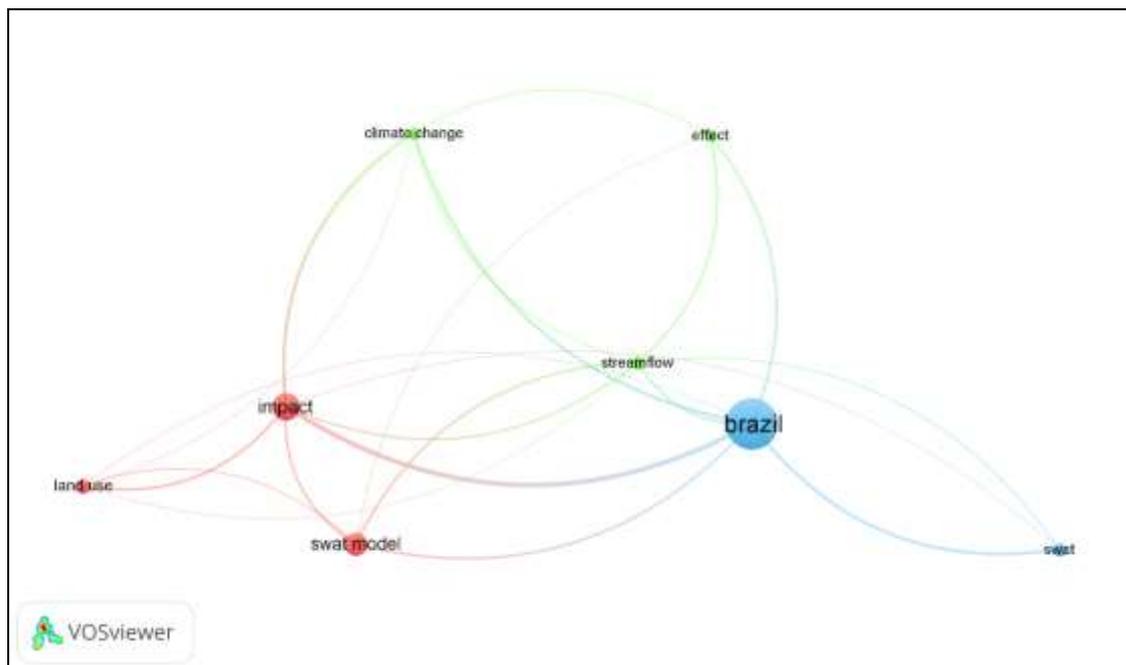


Fonte: Autores (2023)

Quanto a nominata dos trabalhos acadêmicos, a palavra com maior ocorrência nos títulos é “*Brazil*” (52 casos) devido à aplicação dos estudos serem em território brasileiro. Em seguida, as palavras “*impactos*” (27 casos), “*SWAT*” (23 casos), “*uso da terra*” (15 casos), “*efeitos*” (13 casos) e *mudanças climáticas* (12 casos) são as mais frequentes (Figura 4). A partir dos títulos, podemos observar que o enfoque da grande maioria dos trabalhos envolve o uso de modelos hidrológicos para analisar o efeito da variabilidade das respostas hidrológicas na bacia hidrográfica conforme as modificações no uso e cobertura da terra.

Com o advento de estudos relacionados as mudanças climáticas e a possibilidade da avaliação do comportamento hídrico de bacias hidrográficas a partir de simulações, é clarividente o predomínio de artigos científicos que visam direcionar o uso de modelos hidrológicos para avaliar efeitos resultantes de interferência antrópica através de cenários sintéticos de mudanças climáticas ou alterações no uso e cobertura da terra.

Figura 4 - Dados sobre trabalhos acadêmicos



Fonte: Autores (2023)

Para Gomes *et al.* (2012), as simulações de cenários hidrológicos possibilitam o reconhecimento dos limites de influência humana que podem auxiliar na minimização de potenciais danos socioambientais e possibilita adaptações frente a essas alterações. Ainda é destacado por Bressiani *et al.* (2015) que simulações referentes aos cenários combinados de uso da terra e mudanças climáticas no SWAT pode desempenhar um papel importante para uma melhor compreensão de implicações futuras através de uma qualificação na gestão e planejamento de recursos hídricos. Essa melhor compreensão dos fenômenos hidrológicos é uma eficiência dos modelos hidrológicos que com o detalhamento dos processos pós-modelagem, é possível separar tais fenômenos e

estudar a sensibilidade das variações para bacias com diferentes características, como bem reforça Lou (2010).

A plataforma WoS classifica os documentos de acordo a área de concentração de linhas de pesquisa organizada pelo site. Essas áreas de pesquisa sugerem que o modelo SWAT é utilizado principalmente, de forma respectiva, em estudos relacionados a recursos hídricos, engenharia agrícola, ciências ambientais, ciência do solo, engenharia civil e geociências.

Neste sentido, nota-se uma presença modesta do pesquisador da área de Geografia no eixo deste estudo, o que indaga uma possível reflexão sobre as pesquisas dos profissionais desta ciência. Deste modo, Breunig *et al.* (2019) destacam a necessidade de adequar o perfil do Geógrafo à nova realidade profissional, pois diversas carreiras profissionais têm ajustado seus currículos para abarcar disciplinas e funções antes muito associadas aos cursos de geografia.

Portanto, salienta-se a aptidão do geógrafo diz respeito à utilização dos modelos hidrológicos uma vez que esse profissional pode usufruir dos produtos provenientes desses métodos para análise ambiental e planejamento territorial em objetivos multidisciplinares. Além da utilização de geotecnologias e técnicas de geoprocessamento para o manuseio do modelo que pode ser de domínio do profissional geógrafo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise bibliométrica é uma abordagem alternativa para demonstrar a situação da produção científica mundial. Os softwares utilizados, geraram resultados importantes que se complementaram e, assim, subsidiaram uma melhor compreensão do conhecimento científico na área de pesquisa.

A pesquisa bibliométrica sobre o modelo SWAT aplicado no território brasileiro revelou um aumento significativo no interesse pela temática a partir de 2013, refletido no crescimento do número de publicações. Foram também identificadas informações relevantes para as investigações sobre o SWAT no Brasil, destacando-se o artigo de Gosling *et al.* (2011) como o mais citado e o pesquisador Raghavan Srinivasan como o de

maior produção acadêmica, em número de documentos. Além disso, os resultados evidenciam uma forte colaboração entre pesquisadores brasileiros e norte-americanos. Em termos institucionais, a Universidade de São Paulo se destaca como uma referência no assunto, e o principal veículo de publicação identificado foi a revista *Water*.

O estudo pode subsidiar pesquisadores da área de investigação com relação à produção científica mundial; determinar os países, afiliações, periódicos e autores que têm maior inserção no tema; identificar trabalhos de relevância, junto à comunidade científica da área de pesquisa; facilitar e agilizar as revisões bibliográficas na área de pesquisa.

Desse modo, os indicadores bibliométricos auxiliam para o *networking* de informações pertinentes a aplicação do modelo SWAT no Brasil e podem contribuir na construção de novos projetos a serem desenvolvidos a partir da percepção de lacunas nessa linha de pesquisa e a avaliação dos procedimentos aplicados em diferentes áreas de estudo. Além disso, a metodologia proposta neste estudo pode ser reaplicada a qualquer outra área de pesquisa, colaborando com o avanço do conhecimento científico.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), código de financiamento 001, e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, C. A. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11–32, 2006.

ARNOLD, J.G.; SRINIVASAN, R.; MUTTIAH, R.; WILLIAMS, J. Large area hydrologic modeling and assessment. Part I: Model development. *Journal of the American Water Resources Association* 34, 73-89. 1998 <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1998.tb05961.x>.

BRESSIANI, D. A.; GASSMAN, P. W.; FERNANDES, J. G.; GARBOSSA, L. H. P.; SRINIVASAN, R.; BONUMÁ, N. B.; MENDIONDO, E. M. Review of soil and water assessment tool

(SWAT) applications in Brazil: Challenges and prospects. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 8, n. 3, p. 9-35, 2015.

BREUNIG, F. M.; HAYAKAWA, E. H.; BACANI, V. M.; TRENTIN, R.; PEREIRA FILHO, W.; SILVA, A. Reflexões sobre as geotecnologias no contexto da geografia do Brasil. **Raega**, v. 46, n. 2, p. 185-198, 2019. <https://doi.org/10.5380/raega.v46i2.64045>.

ESTACIO, A. B. S.; COSTA, A. C.; SOUZA FILHO, F. A.; ROCHA, R. V. Uncertainty analysis in parameter regionalization for streamflow prediction in ungauged semi-arid catchments. **Hydrological Sciences Journal**, v. 66, n. 7, p. 1132-1150, 2021. <https://doi.org/10.1080/02626667.2021.1913281>.

GOMES, M. A.; LANI, J. L.; COSTA, L. M.; PONTES, L. M.; FIGUEREDO, N. A.; BARDALES, N. G. Solos, manejo e aspectos hidrológicos na bacia hidrográfica do Araújo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 36, p. 93-102, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000100011>.

GOSLING, S. N.; TAYLOR, R. G.; ARNELL, N. W.; TODD, M. C. A comparative analysis of projected impacts of climate change on river runoff from global and catchment-scale hydrological models. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 15, n. 1, p. 279-294, 2011. <https://doi.org/10.5194/hess-15-279-2011>.

KRAMSCH, C. Teaching Foreign Languages in an Era of Globalization: Introduction. **The Modern Language Journal**, 98, 296-311, 2014. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4781.2014.12057.x>.

LOU, R. F. Modelagem Hidrológica Chuva-vazão e Hidrodinâmica Aplicada na Bacia Experimental do Rio Piabanha/RJ. 2010. 174f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. Disponível em: <https://ria.ufrn.br/jspui/handle/123456789/1239>.

OKUBO, Y. **Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples**. OECD Science, Technology and Industry Working Papers. n. 1, 1997. P.70. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/208277770603>.

RIBEIRO, H. C. M. Bibliometria: quinze anos de análise da produção acadêmica em periódicos brasileiros. **Bibliometrics**, n.69, 2017. <https://doi.org/10.5195/biblios.2017.393>.

SANCHO, R. Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología: revisión bibliográfica. **Inteligencia competitiva: documentos de lecture**. Barcelona, p.77-106, 2002.

SANTOS, C. A. S.; ALMEIDA, C.; RAMOS, T. B.; ROCHA, F. A.; OLIVEIRA, R.; NEVES, R. Using a hierarchical approach to calibrate SWAT and predict the semi-arid hydrologic regime of northeastern Brazil. **Water**, v. 10, n. 9, p. 1137, 2018. <https://doi.org/10.3390/w10091137>.

SILVA, J. R. I.; MONTENEGRO, A. A. A.; FARIAS, C. W. L. A.; JARDIM, A. M. R. F.; SILVA, T. G. F.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Morphometric characterization and land use of the pajeú river basin in the Brazilian semi-arid region. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 118, p. 103939, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.103939>.

STRAUCH, M.; LIMA, J. E. F. W.; VOLK, M.; LORZ, C.; MAKESCHIN. Using precipitation data ensemble for uncertainty analysis in SWAT streamflow simulation. **Journal of Hydrology**, v. 414, p. 413-424, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.11.014>.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, 84 (2), 523-538, 2010. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>

VASCONCELOS, Y. L. Estudos Bibliométricos: Procedimentos Metodológicos e Contribuições. **Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais**, v. 15, n. 2, 2014. <https://doi.org/10.17921/2448-2129.2014v15n2p%25p>.

VIRÃES, M. V.; CIRILO, J. A.; Regionalization of hydrological model parameters for the semi-arid region of the northeast Brazil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 24, e49, 2019. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.241920180114>.

Recebido: 14/02/2024 Aceito: 14/12/2024

Editor Geral: Dr. Eliseu Pereira de Brito