

() Graduação (X) Pós-Graduação

ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO APLICADOS NOS SISTEMAS NEXUS DE ENERGIA-ÁGUA SUSTENTÁVEIS (NEAS): uma contribuição bibliométrica

Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi,
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul,
mirian_bortoluzzi@ufms.br

Simone Geitenes Colombo,
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul,
Simone.g@ufms.br

José Francisco dos Reis Neto,
Universidade Anhanguera - UNIDERP,
jose.rneto@educadores.net.br

Rosemary Matias,
Universidade Anhanguera - UNIDERP,
rosematiasc@gmail.com

Ademir Kleber Oliveira,
Universidade Anhanguera - UNIDERP,
akmorbeckoliveira@gmail.com

RESUMO

O conteúdo de literatura sobre *Nexus de energia-água* (NEA) é grande e abrangente, especialmente no que diz respeito à sustentabilidade. No entanto, não há evidência de muitos estudos publicados quando se observa o NEA juntamente com *Multicritéria Decision Making/Aiding* (MCDM/A), uma área importante e emergente de conhecimento que, entre outras coisas, desenvolve métodos que auxiliam no processo de tomada de decisão. Uma vez que os conceitos e princípios de uma *Nexus de energia-água sustentáveis* (NEAS) ainda não são totalmente explorados no contexto das aplicações MCDM/A, este estudo torna-se relevante e justificável, pois visa apresentar uma revisão bibliométrica sobre a produção científica que envolvem NEAS e MCDM/A. A análise bibliométrica realizada faz uma descrição das métricas (por exemplo, número de publicações e citações; a maioria dos autores, países e fontes influentes) para fornecer, em estudos posteriores, uma base para identificar lacunas no desenvolvimento do conhecimento científico visando oportunidades para futuras propostas de pesquisa.

Palavras-chave: nexus energia-água; análise multicritério; sustentabilidade; tomada de decisão.

1 INTRODUÇÃO

Com a Revolução Industrial ocorreram mudanças notáveis na relação entre a humanidade e o ambiente natural (NAMANY; AL-ANSARI; GOVINDAN, 2019). Dentre estas alterações se tem os avanços na área da genética, telecomunicações, eletricidade e biotecnologia, entre outros (CENIGA; SUKALOVA, 2020), assim como transformações no estilo de vida da humanidade (RYBANSKY; JANOS, 2019). No entanto, com o processo de globalização e a exploração dos recursos da natureza (KASSAI, 2017) tem-se um consumo muitas vezes insustentável, com um elevado custo ambiental (DUARTE PINILLA; SERRANO, 2015). Diante deste contexto, de acordo com Rasul (2016), para satisfazer o futuro dos habitantes do planeta Terra, as necessidades de água precisarão aumentar em 57% e o setor de energia deverá gerar 40% a mais do que é produzido atualmente. O aumento inevitável da utilização de recursos, a fim de gerar produtos e serviços exigidos por uma população em crescimento, contribuirá para o aumento da deterioração ambiental e esgotamento de recursos (ZHANG et al., 2018).

Sobre tais perspectivas, a nova agenda global definida pela Organização das Nações Unidas (ONU), a qual estabelece os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) (UNITED NATIONS, 2019), já se tornou foco das empresas tanto do setor de energia quanto de abastecimento de água e saneamento. Dentre os objetivos destacados, os quais o setor elétrico e dos recursos hídricos e saneamento busca alcançar estão: energia acessível e limpa (ODS 7) e, assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos (ODS 6) (NATIONS, 2019). Nesta abordagem, os estudos de Swain e Karimu (2020) constataram que o acesso futuro a energia limpa e acessível é provável que seja influenciada pela gestão dos recursos hídricos, sugerindo assim uma provável sinergia e *trade-off* entre os ODS 6 e 7.

Desde as primeiras publicações sobre a abordagem dos sistemas *nexus* energia-água sustentáveis (NEAS) (KENNEDY; FANKHAUSER; RAISER, 2004) e os avanços teóricos sobre como promover a gestão eficiente dos recursos considerando as interdependências que existem entre eles (ISHIMATSU et al., 2017; LIU et al., 2017), tem-se observado uma grande quantidade de artigos científicos com diferentes considerações nos pilares econômico, social e ambiental do desenvolvimento sustentável (NAMANY et al., 2019).

Os sistemas de recursos hídricos e de energia precisam possuir sistema de gerenciamento eficiente e robusto para obter decisões seguras quanto aos seus arranjos de

desenvolvimento sustentável (DUARTE et al., 2015; DUARTE; PINILLA; SERRANO, 2015). No contexto dessas decisões, os gestores se deparam com várias questões relacionadas com os impactos relacionados à economia, aos aspectos sociais e questões ambientais, como globalização, urbanização, mudança climática e deterioração da base de recursos naturais (KASSAI, 2017).

Assim, no processo de gerenciamento do recurso no contexto NEAS passa a ter que manipular vários indicadores ao mesmo tempo, de modo que suas decisões sejam bem fundamentadas. Nesse caminho, métodos matemáticos procuram resumir e comparar o desempenho global de uma provável sinergia e *trade-off* entre os setores, podendo ajudar na resolução de problemas organizacionais a partir de várias abordagens diferentes (NEWELL, GOLDSTEIN; FOSTER, 2019). Neste sentido, a abordagem *Multicriteria Decision Making/Aiding* (MCDM/A) pode ser usada para especificar os critérios envolvidos na decisão e sugerir uma prioridade de escolhas entre as alternativas pré-definidas pelo gestor (DE ALMEIDA et al., 2015).

Diante deste contexto, conforme estudos apresentados pelos autores supracitados, que a área de estudo de NEAS e MCDM/A tem um relevante e potencial avanço empírico, devido as questões ambientais, como adaptações climáticas, mudanças climáticas, consumo e produção de alimentos que demanda tanto de energia quanto de água. Entretanto, para entender melhor a estado-da-arte desta relação teórica e apontar futuras oportunidades de estudo, é fundamental uma revisão bibliométrica sobre o tema.

Atualmente, pode-se observar que as revisões de literatura sobre NEAS envolvem bases empíricas e teóricas de conceitos gerais (NAMANY et al., 2019), sobre avaliação e o monitoramento dos recursos hídricos (PEREIRA-CARDENAL et al., 2016), gerenciamento com foco alocação de recursos entre os sistemas energia e água (HOWELLS et al., 2013), bem como foco na gestão e governança eficientes de recursos nos sistemas sustentáveis de energia e água (NAMANY et al., 2019).

Em relação aos modelos de decisão aplicados, tanto Dange e Lad (2015) quanto Namany et al. (2019) ressaltam a pouca aplicação de modelos MCDM/A em estudos da *nexus* energia-água sustentáveis. Sustentando tais argumentos, quando modelos matemáticos são aplicados, estes possuem foco em aspectos específicos, tais como medição de desempenho, planejamento, implementação e monitoramento, alinhando as opções estratégicas dos recursos disponíveis, bem como obtendo soluções que ajudem a obter sinergias e minimizar *trade-offs* (LIU et al., 2017). Também possuem modelos de otimização dos recursos de forma

sustentável em diferentes abordagens matemáticas (ZHANG; VESSELINOV, 2017; MORTADA et al., 2018) ou otimização de uso da água para uma produção de bioenergia sustentável (GARCIA; YOU, 2015). Observa-se que os modelos MCDM/A podem oferecer uma abordagem integrada para resolver problemas de gerenciamento de recursos, tornando assim, pois tem como conceitos bases sua aplicação ao contexto da abordagem do sistema de NEAS, podendo ser considerado como um campo relevante e de oportunidades de pesquisa futuras.

Portanto, objetivou-se realizar uma revisão bibliométrica acerca das publicações que abordam o tema da NEAS do ponto de vista da análise de decisão multicritério no período entre 2009 e 2019. A estrutura do texto é: seção 2, apresenta o escopo dos conceitos teóricos que subsidiarão a escolha e o exame dos trabalhos selecionados; seção 3, possui a descrição do método de seleção da amostra de artigos, os resultados e as discussões são apresentados na seção 4; e, por fim, a seção 5 compõe-se das considerações finais, seguidas das referências utilizadas.

2 BREVE RELATO DA LITERATURA SOBRE *NEXUS ENERGIA-ÁGUA*

A energia e água têm um importante papel na contribuição para um desenvolvimento sustentável de baixo carbono, podendo colaborar na redução 1,5 °C da temperatura, antes do meio do século XXI (WAISMAN et al., 2019). No entanto, esses dois recursos são vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas (WIMBADI; DJALANTE, 2020) e o desenvolvimento de atividades urbanas, entre outras fontes, depende fortemente do uso de ambos os recursos (YAN et al. 2017).

Além disso, os impactos socioambientais oriundos da produção e consumo de energia e o consumo/qualidade da água, com base na melhor solução de gerenciamento dos recursos hídricos e saneamento (GATTO; BUSATO, 2020), fazem que o *nexus* da energia-água sejam em grande parte opções reais para o desenvolvimento sustentável (CHEN; ZHANG; LIAO, 2019). Esta situação ocorre uma vez que os processos de captação, tratamento e distribuição de água necessitarem de energia para sua execução, além da geração de energia também necessitar de água (YAN; CHEN, 2016).

A abordagem MCDM/A tem sido amplamente revisada na literatura com objetivo de auxiliar no processo de tomada de decisão em problemas do contexto energético e no gerenciamento de recursos hídricos e saneamento, considerando múltiplos critérios (CHUNG;

LEE, 2009; COELHO et al., 2012; COLE et al, 2018; ILBAHAR; CEBI; KAHRAMAN, 2019). Existem vários modelos MCDM/A aplicados no contexto de energias renováveis e gerenciamento de recursos hídricos e saneamento, sem levar em consideração o *nexus* entre os diversos setores industriais (STRANTZALI; ARAVOSSIS, 2016; CAMPOS-GUZMAN et al. 2019; LIU et al., 2019). Entre os principais métodos, tem-se o *Analytical Hierarchy Process* (AHP); *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE); *Elimination and Choice Translating Reality* (ELECTRE); Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT); e *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) (ALMEIDA et al., 2015).

Dessa forma, os métodos MCDM/A auxiliam os gestores no processo de tomada de decisão, na qual eles enfrentam, em vários momentos, situações que precisam avaliar diversas ações perante múltiplos critérios que são na maioria das vezes conflitantes entre si. Estas ações podem estar diretamente ligadas ao planejamento do uso da água para gerar energia, bem como produção e consumo de alimento que envolvem esse NEAS, bem como os impactos no meio ambiente e na sociedade (COLE et al., 2018), quando as decisões são tomadas de maneira ineficiente. Assim, no processo de gerenciamento do recurso energia-água de maneira sustentável, vários indicadores devem ser analisados, verificando as sinergias e os *trade-offs* ao mesmo tempo, de modo que as decisões sejam fundamentadas.

3 ESTRATÉGIA DE BUSCA E MÉTODO DE PESQUISA

Nesta seção do artigo, descreve-se as etapas de realização da pesquisa bibliométrica, a fim de tornar a pesquisa replicável em outras áreas de estudo sobre NEAS e MCDM/A ou mesmo atualizar os resultados deste estudo futuramente, optou-se pela revisão da literatura conforme outras revisões encontradas na literatura (MAIA et al., 2019).

Os seguintes procedimentos foram seguidos: a) Coleta de dados; b) Análise dos dados; e, c) Visualização dos dados. Na coleta dos dados foi utilizado a coleção principal da base *Web of Science*TM (WOS), realizando-se a busca com os seguintes termos: Tópico: ("*Multi-Criteria Decision*" or "*Multicriteria Decision*" or "*Multi-Attribute Decision*" or "*MCDM*" or "*MCDA*") e, Título: ("*Water Quality*" or "*Water Management*" or "*Water Resources*" or "*Water Planning*" or "*Energy-Water Nexus*").

A busca foi então refinada para os documentos que apresentam os termos, no título, resumo ou nas palavras-chave. Apenas por documentos do tipo "*article*", "*conference paper*",

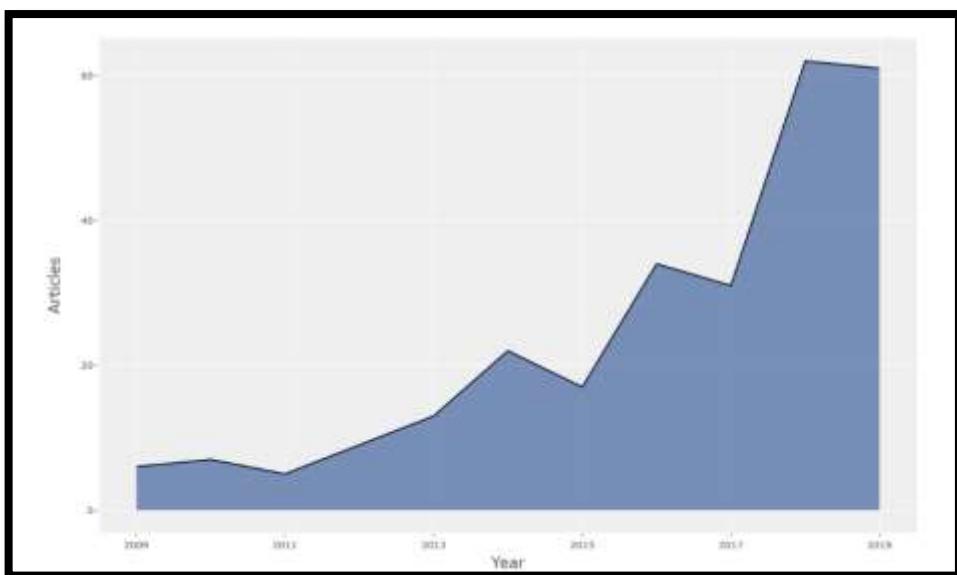
“book chapter”, “News item”, “meeting abstract”, “editorial material” e “review”, excluindo-se todos os documentos que não se enquadram nestas condições. Como resultado parcial desta etapa, tem-se um panorama geral das buscas, nos períodos entre 2009 e 2019. Um total de 267 documentos foram encontrados e organizados com o auxílio do *software* de gerenciamento de referências, EndNote® e o software VOSviewer.

Na etapa de análise dos dados, os 267 documentos foram primeiramente analisados de forma descriptiva, para identificar o número de documentos por autor, ano, localização, área do conhecimento, e revista/periódico, além do número de citações por documento e ano, bem como as palavras-chaves mais utilizadas. Para isto, utilizou-se do *software* BibExcel® para a preparação dos dados para a construção da análise fatorial e análise de cluster. Para a visualização dos resultados das análises (descritiva e *clusters*), foram utilizados gráficos, tabelas e redes.

4 RESULTADOS: ANÁLISE QUANTITATIVA

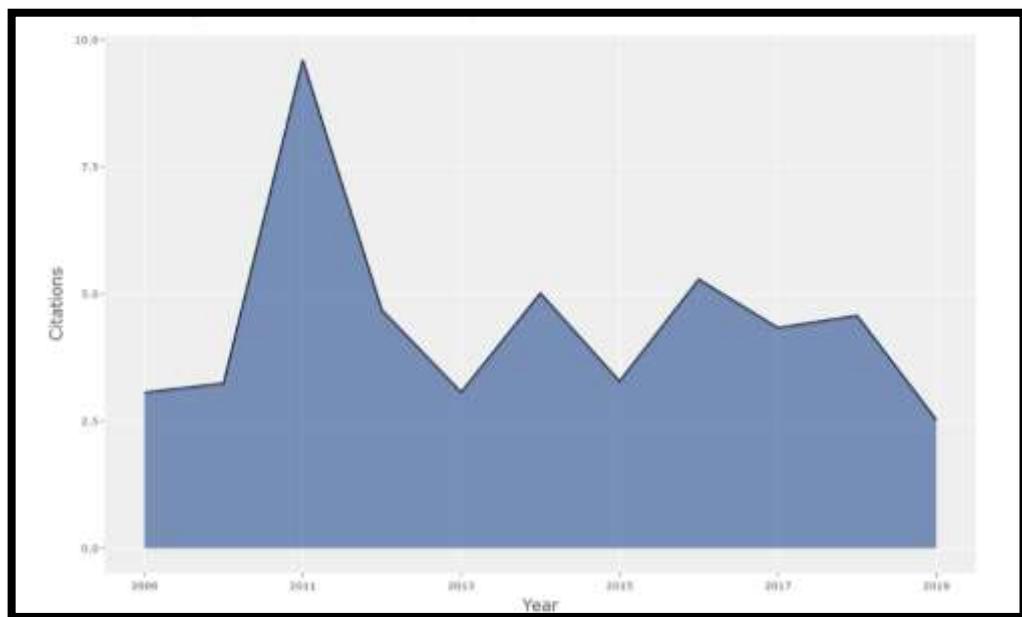
A primeira informação analisada (Figura 1) ilustra a quantidade de publicação e o número de citações (Figura 2), sendo que o número de publicações e de citações têm aumentado ao longo dos últimos anos, sendo que o auge das citações ocorre com maior intensidade em 2011, mantendo-se posteriormente constante ao longo do tempo, ou seja, até 2019.

Figura 1: Número de publicações sobre NEAS na base WOS, nos últimos dez anos



Fonte: Esta pesquisa (2021).

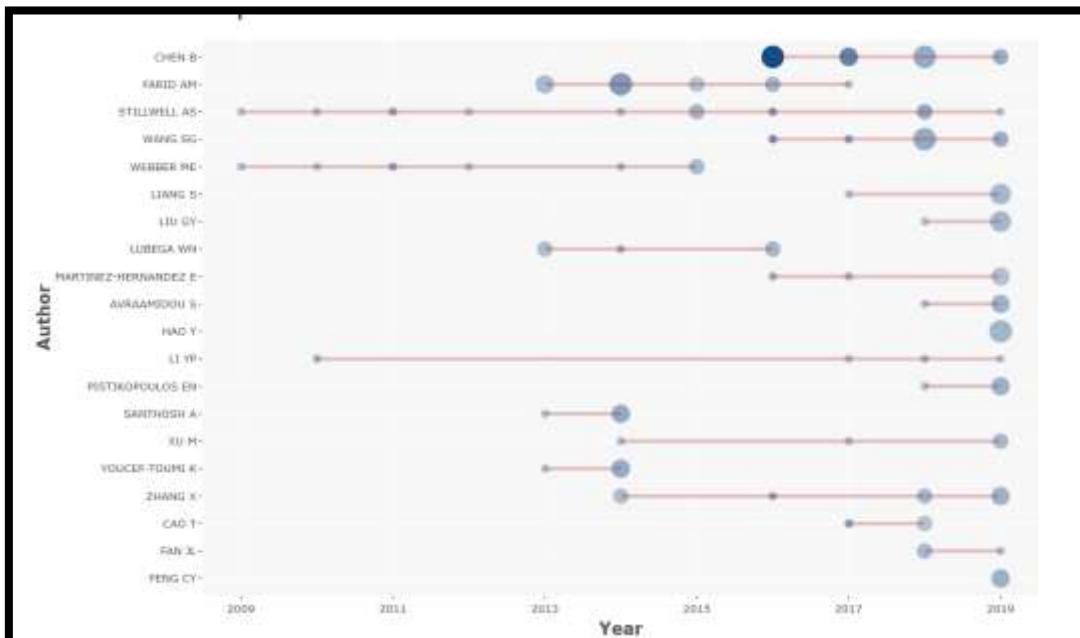
Figura 2: Número citações de trabalhos sobre NEAS na base WOS, nos últimos dez anos



Fonte: Esta pesquisa (2021).

Os autores com maior número de publicações são Chen e Chen (2016); Farid e Lubega (2013) e Stillwell et al. (2010), com a maioria dos estudos publicados a partir de 2013, embora atualmente estudos relativamente recentes estejam dando uma grande ênfase nessa temática.

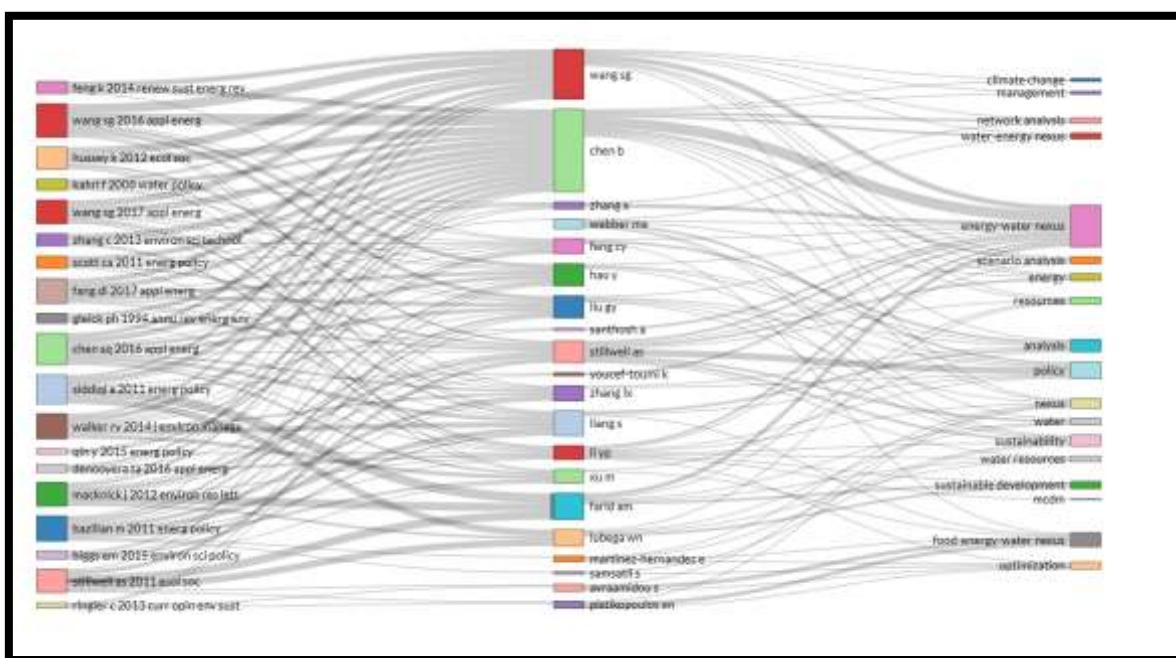
Figura 3: Autores com mais publicações sobre NEAS na base WOS ao longo dos anos



Fonte: Esta pesquisa (2021).

Em relação aos autores, fontes de citação e as palavras-chave que foram utilizadas nas publicações (Figura 4).

Figura 4: Relação entre autores, fontes de citação e palavras-chave NEAS na base WOS

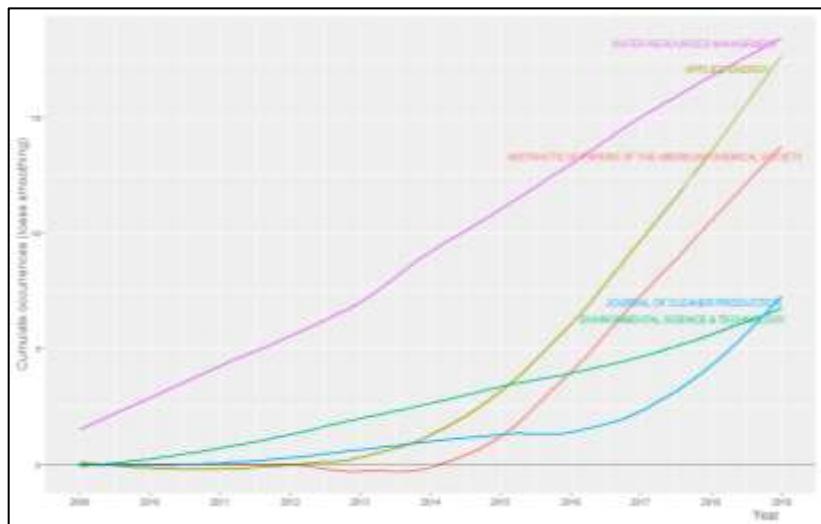


Fonte: Esta pesquisa (2021).

A análise da evolução no número de ocorrências destas publicações nos periódicos (Figura 5) demonstra que os dois periódicos com maior número de publicações, *Water Resources Management* e *Applied Energy*, tiveram um aumento significativo no número de publicações no ano de 2018.

O jornal *Water Resources Management* manteve-se em destaque ao longo dos dez anos avaliados, liderando em número de ocorrência de publicação dos documentos. Por outro lado, o *Applied Energy* começa a dar ênfase maior no que tange o NEAS a partir de 2015, demonstrando que há uma tendência ainda maior dos trabalhos analisando em conjunto estas duas temáticas, dado o contexto da atualidade.

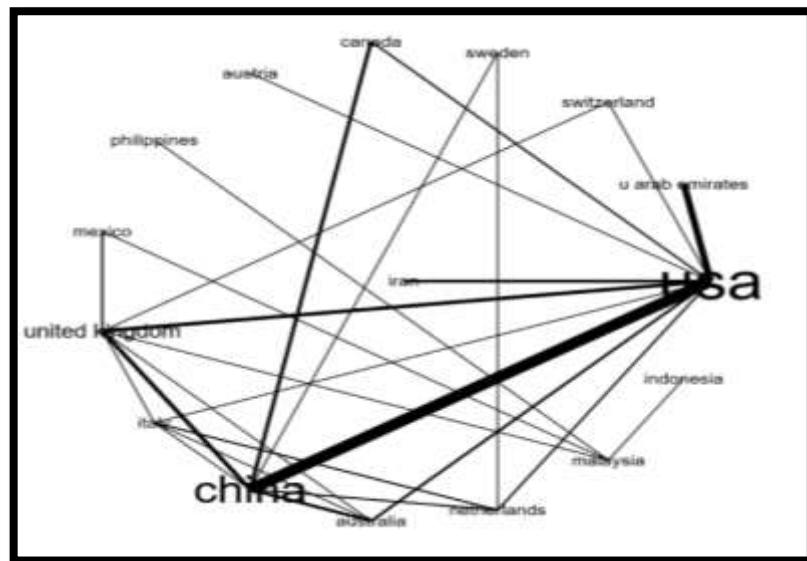
Figura 5: Número de documentos publicados em cada periódico NEAS na base WOS, nos últimos 10 anos



Fonte: Esta pesquisa (2021).

O estudo indicou que, apesar dos Estados Unidos estarem liderando neste campo, países como o China, Reino Unidos e Emirados Árabes Unidos fizeram contribuições notáveis. E os grandes progressos nas últimas décadas, nesta área, devem-se principalmente as colaborações entre os pesquisadores de tais países (Figura 6).

Figura 6: Rede de interações entre países que pesquisam sobre NEAS na base WOS

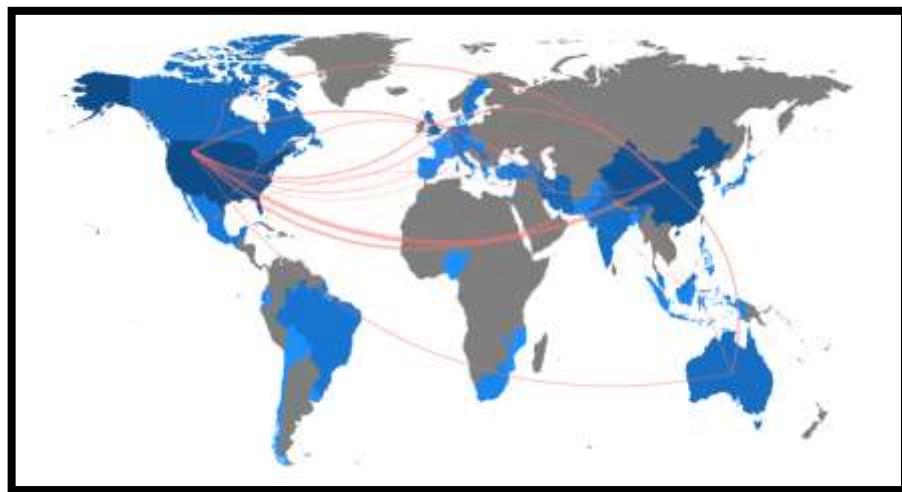


Fonte: Esta pesquisa (2021).

Observa-se um número significativo de documentos publicados com parcerias entre os países europeus, EUA e a Austrália, uma vez que o número de conexões, bem como a frequência delas (indicada pela espessura da conexão), é bastante significativa entre estas três

regiões (Figura 7).

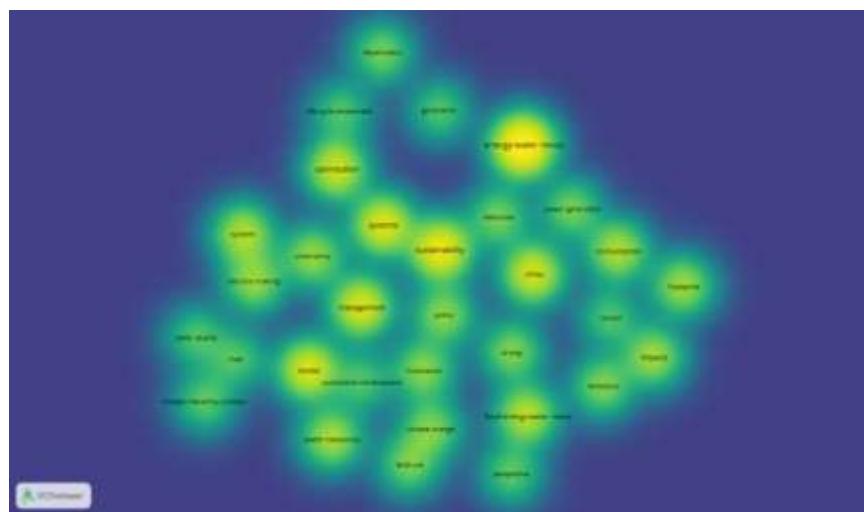
Figura 7: Redes de conexões de parcerias entre pesquisadores de diferentes países sobre NEAS na base WOS



Fonte: Esta pesquisa (2021).

Partindo-se para uma análise com enfoque exclusivamente nas palavras-chave utilizadas pelos autores dos documentos encontrados, foram elaboradas as redes, *clustering* e evolução das palavras-chave (Figura 8). É possível verificar a rede de palavras-chave, na qual o tamanho em que a palavra foi representada graficamente simboliza a frequência, e a espessura dos arcos da rede também representa a frequência entre as conexões, bem como a coloração dos *clusters* formados pela conexão entre os termos usados pelos autores.

Figura 8: Rede de palavras-chave mais utilizadas nos documentos NEAS na base WOS

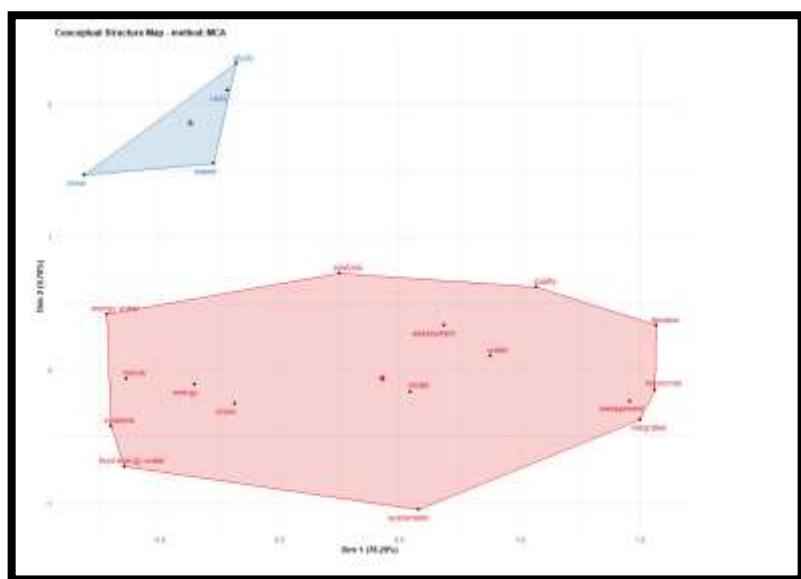


Fonte: Esta pesquisa (2021).

As palavras-chave se organizam-se por meio de uma análise de *clustering* (Figura 9),

na qual fica evidente o agrupamento dos termos em quatro principais clusters. Entre estes, o cluster representado pela cor azul relaciona as palavras-chave com sentido dos estudo apresentados pela China, indicativo das publicações do país e os estudos apresentado pelo mesmo. Já o cluster vermelho, mais abrangente, traz consigo termos relacionados às técnicas e nomenclatura comumente usados na abordagem entre o nexo Energia-água, dando ênfase sob perspectiva de formas de gerenciamento e alocação de recursos, bem como dentro do âmbito da sustentabilidade.

Figura 9: Clustering das palavras nos títulos sobre NEAS na base WOS



Fonte: Esta pesquisa (2021).

A análise bibliométrica é uma etapa inicial em qualquer processo de pesquisa para o desenvolvimento científico e tecnológico, pois possibilita a identificação dos conhecimentos já existentes, das lacunas entre tais conhecimentos, e pode direcionar o caminho para novas pesquisas, de modo a proporcionar o progresso científico em uma determinada área de conhecimento. Ao analisar de uma forma geral os resultados encontrados pode-se fazer algumas sínteses, Como pode observar em 2017 ocorreu um ligeiro aumento no número de publicações em relação aos anos anteriores. Esta situação pode ser explicada principalmente pelo crescimento das bases de dados, relacionadas aos problemas de demanda por energia e a questão e recursos hídricos escassos. Desta maneira, houve um incentivo para a busca de soluções ou alternativas para anemizar as consequências perante a essa problemática.

No entanto, destaca-se o número de artigos publicados em 2017 e 2019, mostrando que o campo do gerenciamento dos recursos também se consolidou no campo da energia,

principalmente devido ao *nexus* que existe entre energia e água.

Ao analisar os artigos que utilizavam uma abordagem empírica para relatar ações sobre os problemas ligados ao NEAS, três grupos se destacam com o interesse por uso dos métodos MCDM/A para auxiliar na tomada de decisão, (1) ações para consumo e produção de energia sustentável, (2) a relação de dependência entre produção de alimento uso da energia e da água, e (3) ações para adaptações climáticas e mudanças climáticas.

No entanto, Bullock e Bowman (2018) abordaram que tradicionalmente a energia hidrelétrica é conhecida pela total dependência de água na sua produção.

Cameron e Limon (2012) argumentam que uma maior transparência nos governos pode levar a uma melhor compreensão do desenvolvimento capacidade dos países de se adaptarem às mudanças climáticas (IEA, 2021). Diante deste contexto, a degradação afeta os sistemas de água, energia e alimentos, podendo ser agravadas pelas deficiências na governança (DUARTE et al., 2015). Os desafios brasileiros e do mundo do *nexo* entre os três elementos incluem a transformação em larga escala no uso e ocupação do solo, o desmatamento, a escassez de água e crises de energia, que tendem a piorar após o covid-19, segundo dados do IEA (2021).

5. CONCLUSÃO

Os resultados da análise bibliométrica mostram que, com 60 obras publicadas, 2018 e 2019 foram os anos com mais publicações. Há uma tendência para que esses números, bem como para o número de citações, aumentem nos próximos anos. Autores com maior fator de impacto têm publicações relativamente recentes, datando de 2013 em diante.

Após, a realização da pesquisa bibliométrica, levantando em consideração todos os artigos científicos que foram publicados entre 2009 e 2019 sobre a temática NEAS e MCDM/A. Constatou-se que ao longo das últimas anos muitas pesquisas surgiram sobre tal assunto, porém, a análise bibliométrica sobre as publicações científicas sobre o tema mostrou que ainda são poucos os artigos que abordam o tema em estudo, tendo um crescimento de publicações maior nos últimos anos.

Sob esta perspectiva, os resultados dessa pesquisa apontaram que houve um aumento nas frequências de publicações e no número de citações sobre o tema no período analisado, apresentando que a abordagem MCDM/A foi aplicada em uma diversidade de trabalhos na área no NEAS, com o uso de uma variedade de métodos e abordagens metodológicas, dentro

os quais foram selecionados e analisados os dez artigos mais citados. Neste artigo, foi possível perceber a produção científica relacionada aos principais periódicos, dentre os quais destacam-se *Water Resources Management* e *Applied Energy*. Também é importante ressaltar, que os autores mais publicações foram Chen e Chen (2016); Farid e Lubega (2013) e Stillwell et al. (2010).

A presente pesquisa possui algumas limitações, embora a análise bibliométrica seja considerada um método bem estabelecido para analisar quantidade de trabalhos publicados, e identificar os padrões ou tendências. É preciso fazer uma integração com outras abordagens, como por exemplo, uma revisão sistemática da literatura, ou análise de conteúdo, para uma melhor compreensão do assunto, indentificando as lacunas existente na literatura e assim propor melhorias, seja na aplicação do método ou na resolução de problemas relacionados com a área da saúde, além de desenvolver diretrizes e prática das apliacações e relatos de métodos MCDM/A no contexto NEAS.

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e, da UFMS e Universidade Anhanguera-Uniderp.

REFERÊNCIAS

BULLOCK, J. B.; BOWMAN, A. O. M. Exploring Citizens' Support for Policy Tools at the Food, Energy, Water Nexus. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, 37, n. 1, p. 148-154, Jan 2018.

CAMERON, E., LIMON, M. Restoring the Climate by Realizing Rights: The Role of the International Human Rights System. **Review of European Community & International Environmental Law**, 21(3), 204–219 2012

CHEN, S. Q.; CHEN, B. Urban energy-water nexus: A network perspective. **Applied Energy**, 184, p. 905-914, Dec 2016.

CHEN, Z. B.; ZHANG, H.; LIAO, M. X. Integration Multi-Model to Evaluate the Impact of Surface Water Quality on City Sustainability: A Case from Maanshan City in China. **Processes**, 7, n. 1, Jan 2019.

CENIGA, P., SUKALOVA, V. Sustainable Business Development in the Context of Logistics in the Globalization Process. **SHS Web of Conferences**, 74, 04003, (2020).

CAMPOS-GUZMÁN V, GARCÍA-CÁSCALES MS, ESPINOSA N, URBINA A. Life Cycle

Analysis with Multi-Criteria Decision Making: A review of approaches for the sustainability evaluation of renewable energy technologies. **Renew Sustain Energy Rev** 2019.

COLE, J.; SHARVELLE, S.; GRIGG, N.; PIVO, G. et al. Collaborative, Risk-Informed, Triple Bottom Line, Multi-Criteria Decision Analysis Planning Framework for Integrated Urban Water Management. **Water**, 10, n. 12, Dec 2018.

COELHO, A. C.; LABADIE, J. W.; FONTANE, D. G. Multicriteria Decision Support System for Regionalization of Integrated Water Resources Management. **Water Resources Management**, 26, n. 5, p. 1325-1346, Mar 2012.

CHUNG, E. S.; LEE, K. S. Prioritization of water management for sustainability using hydrologic simulation model and multicriteria decision making techniques. **Journal of Environmental Management**, 90, n. 3, p. 1502-1511, Mar 2009.

DE ALMEIDA, A.T., CAVALCANTE, C.A.V., ALENCAR, M.H., FERREIRA, R.J.P., ALMEIDA-FILHO, A.T.; GARCEZ TV. Multi-criteria and Multiobjective Models for Risk, Reliability and Maintenance Decision Analysis. **Springer**, New York; 2015.

DUARTE, R., PINILLA, V., SERRANO, A. Globalization and natural resources: the expansion of the Spanish agrifood trade and its impact on water consumption, 1965–2010. **Regional Environmental Change**, 16(1), 259–272, 2015.

DANGE, P. S.; LAD, R. K. Sewage Water Quality Index of Sewage Treatment Plant Using Fuzzy MCDM Approach. In: RAVI, V.; PANIGRAHI, B. K., et al (Ed.). **Proceedings of the Fifth International Conference on Fuzzy and Neuro Computing**, 2015. v. 415, p. 241-253. (Advances in Intelligent Systems and Computing).

DOBRIYAL, P., BADOLA, R., TUBOI, C., & HUSSAIN, S. A. A review of methods for monitoring streamflow for sustainable water resource management. **Applied Water Science**, 7(6), 2617–2628. 2016.

FARID, A. M.; LUBEGA, W. N. Powering & Watering Agriculture: Application of Energy-Water Nexus Planning. 2013. 248-253 p. (Proceedings of the Third 2013 IEEE Global Humanitarian Technology Conference. 978-1-4799-2401-1; 978-1-4799-2402-8).

GARCIA, D. J.; YOU, F. Q. Life Cycle Network Modeling Framework and Solution Algorithms for Systems Analysis and Optimization of the Water-Energy Nexus. **Processes**, 3, n. 3, p. 514-539, Sep 2015.

HUSSAIN, M. I., MUSCOLO, A., FAROOQ, M., AHMAD, W. Sustainable use and management of non-conventional water resources for rehabilitation of marginal lands in arid and semiarid environments. **Agricultural Water Management**, 221, 462–476. (2019).

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Assessing the effects of economic recoveries on global energy demand and CO₂ emissions in 2021**. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021?mode=overview>>. Acesso em: 18 mar. 2021

ISHIMATSU, T., DOUFENE, A., ALAWAD, A. & DE WECK, O. Desalination network

model driven decision support system: a case study of Saudi Arabia. **Desalination** 423, 65–78 (2017).

ILBAHAR E, CEBI S, KAHRAMAN C. A state-of-the-art review on multi-attribute renewable energy decision making. **Energy Strateg Rev** 2019.

KAHRL, F.; ROLAND-HOLST, D. China's water-energy nexus. In Conferência: **International Conference on Linkages between Energy and Water Management for Agriculture**. Water Policy. 51-65. 2008

KASSAI, C. The Globalization Process And Its Impact On The Environment. **Debating Globalization. Identity, Nation and Dialogue: Social Sciences**, p. 417-421, 2017.

KENNEDY, D ;FANKHAUSER, S; RAISER, M. Low pressure, high tension: The energy-water nexus in the CIS-7 countries. In: **Conference on Low-Income Countries of the Commonwealth-of-Independent-States**: Low-income countries of the commonwealth of independent states: progress and challenges in transition, 283-306. (2004)

LIU, J.; LI, Y. P.; HUANG, G. H.; SUO, C. ET AL. An Interval Fuzzy-Stochastic Chance-Constrained Programming Based Energy-Water Nexus Model for Planning Electric Power Systems. **Energies**, 10, n. 11, Nov 2017.

LIU, J.; NIE, S.; SHAN, B. G.; LI, Y. P. et al. Development of an interval-credibility-chance constrained energy-water nexus system planning model-a case study of Xiamen, China. **Energy**, 181, p. 677-693, Aug 2019.

MAIA S.C., DE BENEDICTO G.C., DO PRADO J.W., ROBB D.A., DE ALMEIDA BISPO O.N., DE BRITO MJ. Mapping the literature on credit unions: a bibliometric investigation grounded in Scopus and Web of Science. **Scientometrics** (2019)

MORTADA, S.; ABOU NAJM, M.; YASSINE, A.; EL FADEL, M. Et al. Towards sustainable water-food nexus: An optimization approach. **Journal of Cleaner Production**, 178, p. 408-418, (2018).

NATIONS, U. Sustainable development goals.2019. Disponivel em: <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/>>. Acesso em 10 de abril de 2021.

NAMANY, S., AL-ANSARI, T., & GOVINDAN, R. Sustainable energy, water and food nexus systems: a focused review of decision-making tools for efficient resource management and governance. **Journal of Cleaner Production**. (2019).

NEWELL, J. P.; GOLDSTEIN, B.; FOSTER, A. A 40-year review of food-energy-water nexus literature and its application to the urban scale. **Environmental Research Letters**, 14, n. 7, Jul 2019.

RYBANSKY, R.; JANOS, D. Globalization and its impact on healthy lifestyle. 19th International Scientific Conference Globalization and Its Socio- Economic Consequences - **Sustainability in the Global-Knowledge Economy**, 2019, Rajecke Teplice, SLOVAKIA. Oct 09-10.

RASUL, G. Managing the food, water, and energy nexus for achieving the Sustainable

Development Goals in South Asia. **Environmental Development**, 18, p. 14-25, Apr 2016.

SHEFFIELD, J., WOOD, E. F., PAN, M., BECK, H., COCCIA, G., SERRAT-CAPDEVILA, A., & VERBIST, K. Satellite Remote Sensing for Water Resources Management - Potential for Supporting Sustainable Development in Data Poor Regions. **Water Resources Research**. (2018).

SCOTT, C. A.; PASQUALETTI, M. J. Energy and Water Resources Scarcity: Critical Infrastructure for Growth and Economic Development in Arizona and Sonora. In Conferência: **Symposium on the Water-Energy Conundrum - Water Constraints on New Energy Development in the Southwest**. Natural Resources Journal 645-682. 2010.

SWAIN R.B, KARIMU A. Renewable electricity and sustainable development goals in the EU. **World Dev** 125:104693, 2020.

STILLWELL, A. S.; WEBBER, M. E.; Asme. Feasibility of wind power for brackish groundwater desalination: a case study of the energy-water nexus in Texas. 2010. 793-804 p. (**Es2010: Proceedings of Asme 4th International Conference on Energy Sustainability**, Vol 2. 978-0-7918-4395-6.

STRANTZALI E, ARAVOSSIS K. Decision making in renewable energy investments: A review. **Renew Sustain Energy Rev** (2016).

WAISMAN H, BATAILLE C, WINKLER H, JOTZO F, SHUKLA P, COLOMBIER M, et al. A pathway design framework for national low greenhouse gas emission development strategies. **Nat Clim Chang**. 2019.

VAN GEVELT, T. The water-energy-food nexus: Bridging the science-policy divide. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, 2019.

YAN, W. W.; LI, J. L.; LIU, M. H.; BAI, X. H. et al., Data-based multiple criteria decision-making model and visualized monitoring of urban drinking water quality. **Soft Computing**, 21, n. 20, p. 6031-6041, Oct 2017.

YAN, J.; CHEN, B. Energy-water nexus of wind power generation systems. **Applied Energy**, 169, p. 1-13, May 2016.

ZHANG, X., VESSELINOV, V.V. Integrated modeling approach for optimal management of water, energy and food security nexus. **Adv. Water Resour.** 101, 1e10, 2017.

ZHANG, J.; CAMPANA, P. E.; YAO, T.; ZHANG, Y. et al. The water-food-energy nexus optimization approach to combat agricultural drought: a case study in the United States. **Applied Energy**, 227, p. 449-464, Oct 2018.