

NEXUS ÁGUA, ALIMENTO, ENERGIA (AAE) SOB A PERSPECTIVA DO TRILEMA DA SUSTENTABILIDADE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA BASEADA NO MÉTODO ROTHER

Caren Stela Máximo Batista - Carenstela01@gmail.com
Paulo Afonso Ferreira Júnior - Paulo.afonso@dydyo.com.br
Dércio Bernardes de Souza - dercio@unir.br

* Submissão em: 24/11/2021 | Aceito em: 25/11/2021

RESUMO

Em 2050, a previsão é que a população mundial atinja mais de 9 bilhões de pessoas (FAO) e a estimativa é de que a demanda global por água, energia e alimentos seja impulsionada pelo aumento populacional, pela urbanização e pelas mudanças climáticas. Essa crescente demanda por recursos naturais limitados, tem provocado uma preocupação de ordem global que tem origem no trilema da sustentabilidade: o nexus água-alimento-energia. Nesse contexto, surge a necessidade de analisar como esse tema tem sido abordado na literatura. Assim, o objetivo da pesquisa é analisar a produção científica relativa aos recursos energia-água-alimento frente à sustentabilidade. A metodologia da pesquisa consiste numa revisão sistemática da literatura, seguindo as orientações do protocolo Rother (2007). O estudo teve como fonte a base de dados Scopus. Nas buscas foram utilizados a combinação dos termos “nexus” e “water-energy-food”, que apresentou como resultado 598 trabalhos, dos quais foi selecionada uma amostra de 165 artigos. A análise foi realizada através dos gráficos disponibilizados na própria base de dados Scopus. Os resultados da pesquisa apontam para a relação existente atualmente na literatura entre os elementos que compõem o nexus, suas características e seu estado da arte.

Palavras-chave: nexo; água-alimento-energia; revisão sistemática.

ABSTRACT

By 2050, the world population is forecast to reach more than 9 billion people (FAO) and it is estimated that the global demand for water, energy and food will be driven by population growth, urbanization and climate change. This growing demand for limited natural resources has caused a global concern that has its origins in the sustainability trilemma: the water-food-energy nexus. In this context, there is a need to analyze how this topic has been addressed in the literature. Thus, the objective of the research is to analyze the scientific production related to energy-water-food resources in relation to sustainability. The research methodology consists of a systematic literature review, following the guidelines of the Rother (2007) protocol. The study was sourced from the Scopus database. In the searches, the combination of the terms “nexus” and “water-energy-food” was used, which resulted in 598 works, from which a sample of 165 articles was selected. The analysis was performed using the graphics available in the Scopus database. The research results point to the relationship that currently exists in the literature between the elements that make up the nexus, its characteristics and its state of the art.

Keywords: nexus; water-food-energy; systematic review

1 INTRODUÇÃO

Em 2050, a previsão é que a população mundial atinja mais de 9 bilhões de pessoas (FAO) e a estimativa é de que a demanda global por água, energia e alimentos seja impulsionada pelo aumento populacional, pela urbanização e pelas mudanças climáticas, aumentando em mais de 50% até 2050, em comparação a 2015 (FERROUKHI et al., 2015). O uso da água no planeta tem aumentado aproximadamente 1% por ano desde 1980. A agricultura, incluindo irrigação, pecuária e aquicultura, consomem 69% da retirada anual de água em todo o mundo, já a indústria 19% e as residências particulares 12%, segundo dados do relatório de desenvolvimento mundial da água da Unesco (UNESCO, 2019), todavia, cerca de 805 milhões de pessoas no mundo não têm comida suficiente para levar uma vida saudável e ativa (FAO, 2015).

Apesar do vínculo desses três elementos essenciais, por muito tempo as abordagens dos estudos, planejamentos e ações se deram de forma isolada, individual, não prestigiando a interconectividade, o que tem mudado dado ao aumento significativo dos impactos decorrentes da ação humana. A partir da Conferência Internacional sobre o nexo água, energia e segurança alimentar, ocorrida em 2011 em Bonn na Alemanha, o tema ganhou visibilidade. Segundo a *United Nations Economic Commission for Europe*, a atenção sobre essas interligações aumentou e apresentou evidências iniciais sobre como uma abordagem sobre o nexo pode melhorar a segurança hídrica, energética e alimentar por meio do aumento da eficiência, da redução de perdas, da construção de sinergias e da melhoria da governança em todos os setores (UNECE, 2015).

Nesse cenário de crescente demanda global pelos recursos vitais água, alimento, energia (AAE), emerge um desafio para o desenvolvimento sustentável. A segurança dos recursos do AAE tem se tornado uma prioridade global, isso porque, cerca de um sétimo do mundo precisa de energia renovável, água limpa e alimento (UNICEF, 2020). A abordagem nexus AAE, tem aumentado sua popularidade ao longo dos anos, contribuindo para uma gestão mais eficiente desses três recursos vitais (ALHERBAWI et al., 2021).

Nesta perspectiva, dados os desafios relativos à sustentabilidade, especialmente no tocante ao nexo AAE, surge o questionamento: Como tem se apresentado a produção científica quanto à abordagem nexus água, alimento e energia nos últimos 10 anos? Nesse sentido, este trabalho busca, através de uma revisão sistemática na literatura, analisar a produção científica

relativa aos recursos energia-água-alimento frente à sustentabilidade buscando apresentar um panorama das produções publicadas em periódicos disponíveis na base de dados Scopus.

Em termos de relevância teórica, este estudo traz ordem e clareza para o campo acadêmico, identificando e interpretando o que a literatura tem apresentado sobre o nexus água-alimento-energia, bem como o padrão evolutivo do debate sobre este tema. Sua contribuição também consiste na identificação dos temas que têm recebido maior atenção acadêmica nos últimos dez anos e as lacunas presentes na literatura deste período. Ademais, incentiva o desenvolvimento de novos estudos a fim de apontar a sua relevância para o desenvolvimento sustentável, resguardadas as características de cada país e sua cultura. Finalmente, no que diz respeito à contribuição metodológica, este artigo examina a literatura sistematicamente seguindo os métodos do protocolo Rother, propondo um realinhamento de futuras pesquisas com base na origem e evolução científica.

Este artigo está estruturado em quatro seções, conforme a seguir: 1) introdução, 2) fundamentação teórica, onde são apresentadas as principais abordagens conceituais sobre o nexus água-alimento-energia, 3) metodologia, que apresenta os procedimentos metodológicos desta revisão sistemática que obedeceu os critérios de execução do protocolo Rother, 4) resultados e discussão, que apresenta uma visão geral sobre os principais assuntos presentes na produção científica sobre o tema, as limitações de pesquisa e sugestões para futuros estudos, e 5) considerações finais da pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Desde a revolução industrial, tem havido uma utilização exponencial de recursos na forma de hidrocarbonetos e outros minerais para a produção de serviços e produtos necessários para atender às necessidades de uma população crescente (LUQMAN e AL-ANSARI, 2020). Na última década, as emissões globais dos gases de efeito estufa (GEE) aumentaram em uma taxa anual de 1,5%, atingindo um recorde de 55,3 GtCO₂e em 2018 (UNEP, 2019). Mesmo que todas as promessas de redução das emissões nacionais do Acordo de Paris sejam realizadas até 2030, estima-se que as emissões ainda serão 38% maiores do que o nível necessário para limitar o aquecimento a 1,5C (UNEP, 2019) e a Terra será, em média, cerca de 3,2 C mais quente em comparação com os níveis pré-industriais (RAFTERY et al., 2017). Segundo Maraseni et al. (2021), globalmente, a agricultura contribui diretamente com cerca de 10 e 12% para as emissões de gases do efeito estufa global (GEE).

O aumento contínuo da população global combinado com o aumento na demanda per capita de recursos energéticos, hídricos e alimentares tem resultado em um desafio composto para o desenvolvimento sustentável (AL-ANSARI, 2017). Com o aumento contínuo da população humana global, há uma necessidade expandir os sistemas de produção de alimentos para garantir a segurança alimentar, que implicam um aumento paralelo da demanda de recursos hídricos e de energia (LUQMAN e AL-ANSARI, 2021). Conforme a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - CMMAD (1987), o relatório Brundtland sugere que todos os setores devem iniciar ações que abordem o meio ambiente, preocupações relacionadas ao planeta Terra, e para apoiar o desenvolvimento sustentável para o bem das gerações futuras.

O conceito do nexo água-alimento-energia foi estabelecido a partir da Conferência de Bonn em 2011, quando o governo federal alemão organizou a conferência internacional “O Nexo da Energia Hídrica e Segurança Alimentar - Soluções para a Economia Verde” com objetivo de contribuir com a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio + 20), realizada em 2012, na cidade do Rio de Janeiro (MORAES-SANTOS, 2020). Essa abordagem surgiu devido à superexploração de recursos naturais impulsionada pela população em crescimento e pela rápida urbanização (LAHLOU, 2020). A teoria nexus água-energia-alimento surge como uma abordagem integradora direcionada para o planejamento e o gerenciamento de recursos, que envolve alta complexidade de escala espacial e temporal, vários stakeholders e muitos processos (DARGIN et al., 2019).

De acordo com Luqman e Al-Ansari (2020), produtos e serviços exigidos pela sociedade são aqueles diretamente relacionados ou derivados de recursos de água, alimentos e energia (AAE). Para atender a essa demanda, os combustíveis fósseis têm sido a principal matéria-prima utilizada por meio de vários processos para produzir uma variedade de produtos (LUQMAN e AL-ANSARI, 2020). Segundo Haji (2020), a abordagem do nexo também pode apoiar a transição para uma economia verde, por meio da redução dos efeitos negativos ambientais, sociais e externalidades econômicas, portanto, considerando a utilização eficiente de recursos e melhor coerência das políticas. Além disso, a abordagem do nexo AAE é holística, de modo que auxilia os tomadores de decisão na prevenção e possíveis consequências prejudiciais resultantes das intervenções feitas em qualquer parte do sistema de nexo (HAJI, 2020).

O nexo alimentos-terra-carbono / energia-água caracteriza uma gama de processos de consumo inerentemente interconectados típicos de sistemas de produção agrícola, em que

maximizar um é impossível sem impactar os outros (MARASENI et al., 2021). Embora estudos de nexos AAE tenham sido conduzidos para vários objetos e objetivos, eles não foram amplamente estendidos ao plano de irrigação, e menos ainda para a aplicação de águas residuais tratadas em aplicações agrícolas (LAHLOU, 2020). Segundo Lahlou (2020) a utilização de águas residuais tratadas em terras agrícolas é particularmente importante para países com escassez de água, que experimentam altas taxas de evapotranspiração e são sujeitos a terras aráveis limitadas e climas adversos.

A agricultura apresenta uma interessante dicotomia em relação à energia, uma vez que a agricultura requer direta e indiretamente de várias formas de energia; estima-se que atualmente em torno de 30% da energia mundial é investida no setor de alimentos, e isso está diretamente relacionado à segurança alimentar (FARFAN et al., 2019). O conceito de segurança alimentar e nutricional no Brasil foi definido pela Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN), Lei nº 11.346 de 2006.

Realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis (BRASIL, 2006 - Legislações).

A transformação e integração de infraestruturas urbanas de energia, água, mobilidade e desperdício tornou-se um princípio fundamental das estratégias para o desenvolvimento sustentável (ROHRACHER e KÖHLER, 2019). Segundo Rohracher e Kohler (2019), essas abordagens são muitas vezes caracterizadas por um “paradigma de integração” de setores de infraestrutura distantes e fluxos de recursos a fim de alcançar mais eficiência e coerência política. Nesse sentido, os estudos de Farfan et al. (2019) abordam a integração da agricultura à infraestrutura de energia como uma solução alimentar. A pesquisa apresenta um modelo de agricultura desenvolvido recentemente, as unidades agrícolas do tamanho de contêineres, que podem ser integradas a instalações de produção de energia, proporcionando uma oportunidade para uma relação simbiótica na qual ambos os sistemas se beneficiam (FARFAN et al., 2019).

3. METODOLOGIA

A partir de uma concepção filosófica pós-positivista que, segundo Creswell (2016) é baseada em uma observação e mensuração atenta da realidade objetiva que está no mundo "lá fora", este trabalho trata-se de uma revisão sistemática da literatura. Segundo Siddaway, Wood

e Hedges (2019) as revisões sistemáticas da literatura são ideais para explicar possíveis inconsistências na literatura e seus procedimentos têm como matéria prima as pesquisas relevantes sobre um determinado assunto, sendo passíveis de replicação futura. A revisão bibliográfica sistemática, ao contrário da revisão narrativa, é uma revisão planejada para responder a uma pergunta específica e que utiliza métodos explícitos e sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar criticamente os estudos, e para coletar e analisar dados desses estudos incluídos na revisão (CASTRO, 2006). Os trabalhos de revisão bibliográfica sistemática são considerados como originais, pois, além de utilizarem como fonte dados da literatura sobre determinado tema, são elaborados com rigor metodológico (ROTHER, 2007).

A metodologia utilizada para fazer uma revisão bibliográfica sistemática pode ser encontrada nas publicações Cochrane Handbook (ROTHER, 2007). No Brasil, segundo Rother (2007), a colaboração Cochrane recomenda que a revisão bibliográfica sistemática seja efetuada em sete passos. São eles: formulação da pergunta, localização dos estudos, avaliação crítica dos estudos, coleta de dados, análise e apresentação dos dados, interpretação dos dados, e aprimoramento e atualização da revisão. Nesse sentido, os procedimentos metodológicos adotados, seguiram o rigor metodológico do protocolo de Rother (2007) obedecendo os seguintes passos:

a) **Formulação da pergunta:** ancorou-se na necessidade da verificação da produção científica relativa ao nexus água, energia e alimento, que segundo Al-Saidi e Elabig (2017) é visto como um novo paradigma da política ambiental, o qual tem sido bem sucedido na mudança do debate político de tomada de decisões.

b) **Localização dos estudos:** foram realizadas buscas no dia 24 de junho de 2021 através das bases de dados *Web of Science* e *Scopus*. Essas bases foram escolhidas porque padronizam as referências bibliográficas e demais informações das publicações indexadas (fonte e tipos de documento, filiações autorais, detalhes de financiamento, entre outros) de forma a permitir a aplicação de técnicas bibliométricas com maior precisão. Dentre essas duas, a Scopus foi selecionada por indexar um maior número de publicações na data da coleta de dados: enquanto a Web of Science identificou 510 publicações, a Scopus apresentou 598. Na busca foi utilizada a combinação dos termos “*nexus*” e “*water-energy-food*” e a opção de busca “*tópicos*” que busca os termos nos títulos, resumos e palavras-chave.

c) **Avaliação crítica dos estudos:** do resultado obtido nas buscas, como critério de exclusão descartou-se a utilização dos manuscritos, revisões, dissertações, capítulos de livros e

editoriais, restando apenas trabalhos do tipo artigos científicos revisados por pares, no total de 413 publicações. Destes, foram selecionados apenas os que tinham acesso integral ao artigo liberado, resultando 219 artigos. Destes, foram selecionados apenas aqueles que pertenciam à área de pesquisa *Ciências Ambientais* e *Ciências Sociais* por possuírem o maior número de publicações, resultando 202 artigos. Foi aplicado um recorte temporal dos últimos 10 anos, sendo considerados apenas publicações de 2011 a 2020, resultando uma amostra de 165 artigos para leitura.

d) **Coleta de dados:** do resultado após a avaliação crítica, foram realizadas as leituras dos resumos a fim de identificar os artigos duplicados, como não foram encontrados, o estudo permaneceu com a amostra de 165 artigos (tabela 1).

Tabela 1 – Localização dos estudos e aplicação de critérios

Localização dos Estudos			
Base de Dados	Termos	Critério	Artigos Identificados
Scopus	“nexus” e “water-energy-food”	Article title, Abstract, Keywords	598
Avaliação crítica dos estudos			
Ponto de Partida	Critérios de inclusão / exclusão		Resultado Final
598	Seleção do tipo artigo revisado por pares		413
413	Seleção apenas dos que tinham total acesso liberado		219
219	Seleção dos que pertenciam às áreas de pesquisas <i>Ciências Ambientais</i> e <i>Ciências Sociais</i>		202
202	Recorte temporal de 2011 a 2020		165
Resultado Total			165

Fonte: Dados da pesquisa.

e) **Análise e apresentação dos dados:** (vide seção 4)

f) **Interpretação dos dados:** (vide seção 4)

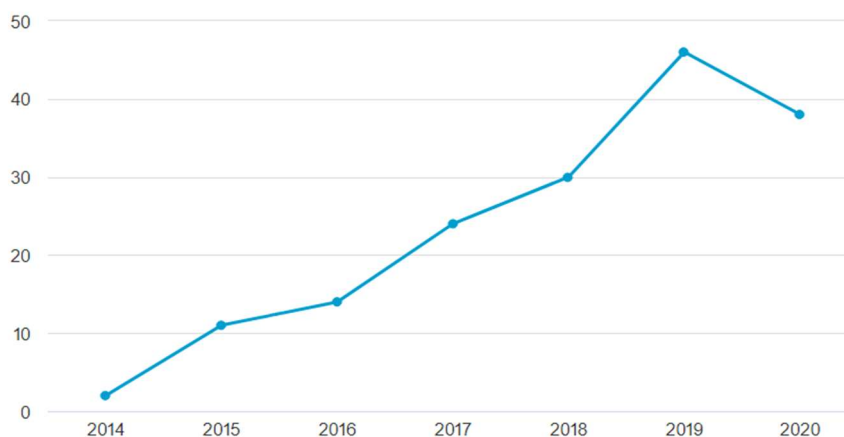
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção apresentamos as discussões quanto aos resultados das pesquisas. Inicialmente identificou-se que apesar do recorte temporal considerando as publicações a partir de 2011, a primeira publicação data do ano de 2014, ou seja, é possível inferir que no período de 2011 a 2014 não houve interesse nas pesquisas acadêmicas sobre o nexus água-energia-alimento, visto que antes desse período, a abordagem dos recursos relativos ao nexus eram pesquisados de forma isolada, sem conectividade como se propõe o nexus.

Os dados apresentados através do gráfico 1 permitem identificar o crescimento no interesse de pesquisas acadêmicas pelo tema nexus a partir de 2015, ano em que houve a inclusão do tema na Agenda 2030 como meta para a sustentabilidade. Vale destacar que em

2019 e 2020 foram os anos com maior número de publicações, 46 e 38 artigos respectivamente, o que demonstra que o tema vem ganhando cada vez mais espaço e atenção dos pesquisadores, dado a sua relevância.

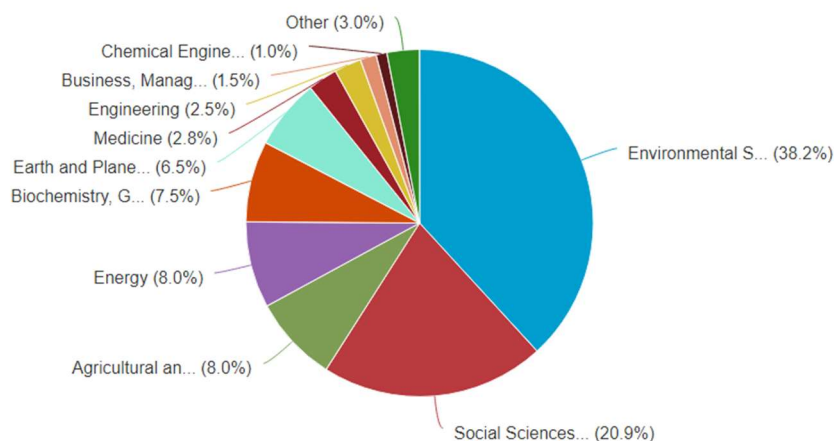
Gráfico 1 - Ano de publicação dos artigos analisados



Fonte: Scopus. Dados da pesquisa.

Quanto a categorização das produções científicas por área de estudo, o gráfico 2 apresenta que as áreas de estudo que tiveram o maior número de publicações, tendo como destaque as áreas ciências ambientais (38,2%) e ciências sociais (20,9%), seguidas das ciências agrícolas e biológicas e energia (ambas com 8%). Nesse sentido, o resultado permite identificar que a maior parte dos estudos quanto ao Nexus apresenta relação com a temática dos recursos ambientais, o que implica afirmar que sob a lente do tripé da sustentabilidade, o nexus é, acima de tudo, visto sob a perspectiva ambiental.

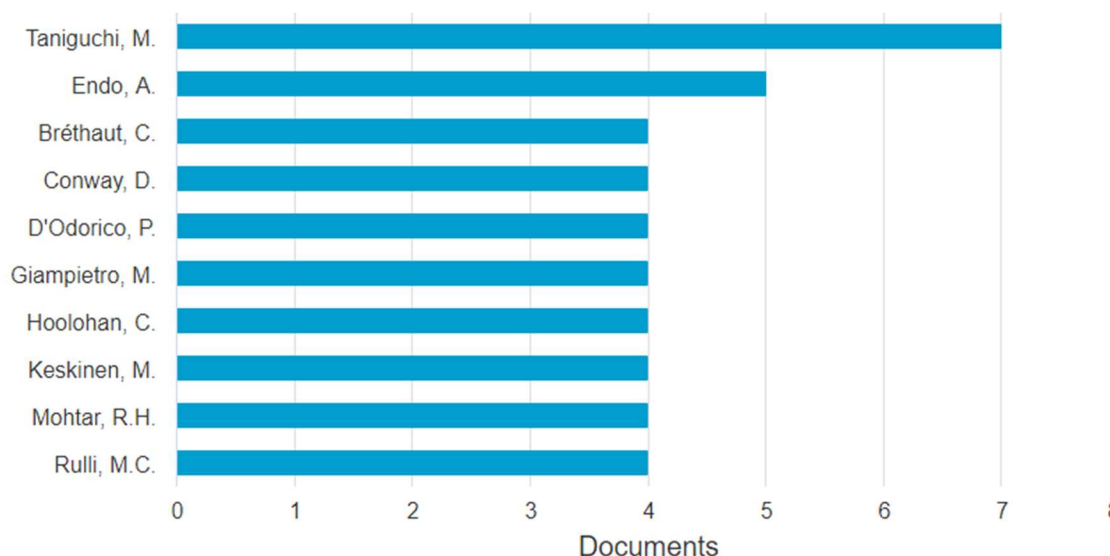
Gráfico 2 - Publicações por área de estudo



Fonte: Scopus. Dados da pesquisa.

Com o objetivo de mensurar a quantidade de produções científicas por autores, o gráfico 3 apresenta os 15 autores que mais publicaram sobre o nexus água-energia-alimento e, conforme os dados, os autores em destaque são Taniguchi com 6 artigos, e Endo com 5 artigos e Bréthaut com 4 artigos. O artigo mais recente de Taniguchi (2019) caracteriza e quantifica o benefício da “sinergia do nexo transespacial” da lagoa subsidiada no nexo água-energia-alimento em Kumamoto, no Japão. A pesquisa quantificou os benefícios econômicos de um programa do governo da cidade de Kumamoto que deu subsídio aos agricultores na bacia do rio Shira para regarem seus campos, em razão da diminuição da produção de arroz associada ao declínio nos níveis de água subterrânea (TANIGUCHI, 2019). Endo (2018) utiliza um método de engenharia de ontologia para descrever um mundo de domínio do nexo água-energia-alimento (WEF), incluindo ligações causais e relações de troca entre os recursos do WEF e suas partes interessadas, e desenvolver um mapa do sistema do nexo WEF como uma ferramenta interdisciplinar usada para compreender a complexidade subsequente dos sistemas de conexão WEF. Segundo Bréthaut (2019), para que as abordagens de nexos tenham sucesso em sua análise e influência, a dinâmica de integração deve ser entendida no contexto de uma dinâmica de poder mais ampla. Através de entrevistas qualitativas Bréthaut (2019), analisa as condições de capacitação relacionadas ao poder para os processos de integração em uma situação de conflitos de água, alimentos e energia no Camboja.

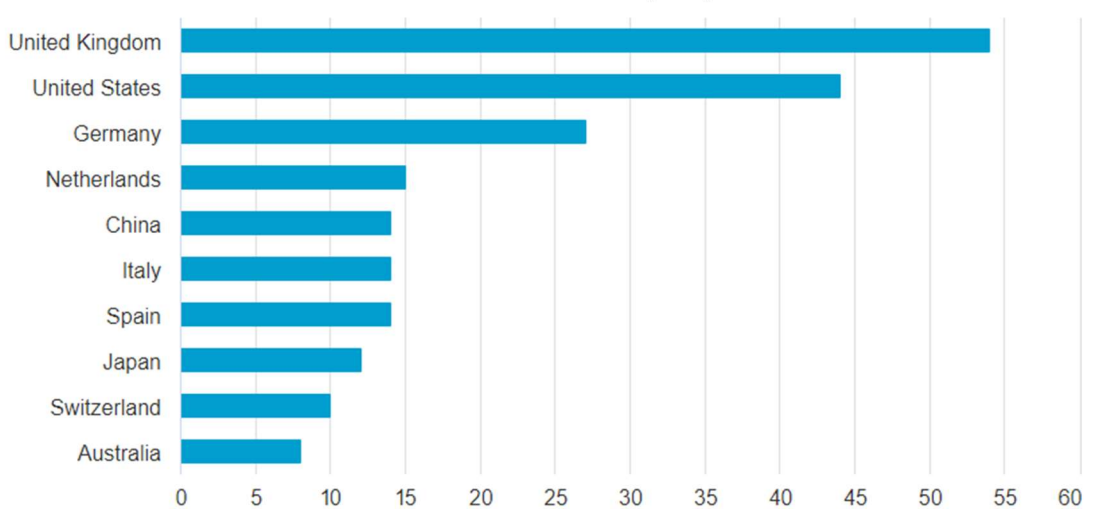
Gráfico 3 - Publicações por autores



Fonte: Scopus. Dados da pesquisa

Quanto a produção científica sobre a temática por país, o gráfico 4 apresenta os países que mais se destacaram em publicações. Os dados apresentam que o país com o maior número de publicações é o Reino Unido (54 publicações), seguido dos Estados Unidos (44 publicações) e da Alemanha (27 publicações). Acredita-se que a concentração de boa parte das publicações nesses países dar-se pelo histórico interesse destes países pelos temas relativos à sustentabilidade e dada a necessidade dos mesmos em adotarem mecanismos que visem a otimização da utilização dos recursos água, energia e alimentos.

Gráfico 4 - Publicações por países



Fonte: Scopus. Dados da pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo buscou fornecer um panorama relativamente abrangente do nexus água, energia e alimento, apresentado a produção científica dos últimos 10 anos. Para isso foi realizada uma revisão sistemática na literatura, com análise bibliométrica. O estudo foi realizado com uma amostra de 165 artigos de onde foi possível inferir que existe uma vasta literatura que associa os termos analisados. A literatura mostra que o estudo do nexo é relativamente novo e por isso ainda tem espaço para muitas contribuições teóricas. Foi possível identificar também que o nexo tem sido analisado principalmente sob a perspectiva ambiental, e muitas pesquisas com foco na energia e agricultura, demonstrando assim uma lacuna na literatura sobre o terceiro elemento (água).

Assim, recomenda-se a realização de pesquisas que consolidem o entendimento sobre o nexo no contexto da sustentabilidade, dando a devida atenção a influência que os três elementos

(água, energia e alimento) causam entre si e os efeitos disso para o desenvolvimento sustentável, tendo em vista a necessidade de consolidar o debate na área.

Essa pesquisa contribuiu para o mapeamento da literatura sobre o nexso água-alimento-energia que pode auxiliar trabalhos acadêmicos semelhantes, bem como com a geração de um entendimento teórico que pode ser aproveitado por gestores nos processos de tomada de decisão. Ademais, incentiva o desenvolvimento de novas pesquisas com foco em cenários não identificados na literatura.

REFERÊNCIAS

- AL-ANSARI, Tareq et al. Integration of greenhouse gas control technologies within the energy, water and food nexus to enhance the environmental performance of food production systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 162, p. 1592-1606, 2017.
- AL-ANSARI, Tareq, Mohammad Alherbawi, Ahmed AlNouss, Gordon McKay. Optimum sustainable utilisation of the whole fruit of *Jatropha curcas*: An energy, water and food nexus approach, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 137, 2021, 110605, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110605>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032120308893>)
- BRÉTHAUT, Christian et al. Power dynamics and integration in the water-energy-food nexus: Learning lessons for transdisciplinary research in Cambodia. *Environmental Science & Policy*, v. 94, p. 153-162, 2019.
- CASTRO, A. A. **Curso de revisão sistemática e metanálise**. São Paulo: LED-DIS/UNIFESP, 2006.
- Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. Oslo: 1987.
- ENDO, Aiko et al. Describing and visualizing a water–energy–food nexus system. *Water*, v. 10, n. 9, p. 1245, 2018.
- FAO, *Fao statistical yearbook 2013 world food and agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 307, 2013.
- FAO, *How to feed the world in 2050*. High level expert forum Convened at FAO Headquarters in Rome on 12-13 October, 2009.
- FAO, *The state of food insecurity in the world 2014*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Home, Disponível em <Disponível em <http://www.fao.org/publications/sofi/en/>> Acesso jul, 2015.
- FARFAN, Javier; LOHRMANN, Alena; BREYER, Christian. **Integration of greenhouse agriculture to the energy infrastructure as an alimentary solution**. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 110, p. 368-377, 2019.
- FERROUKI, R. et al. **Renewable Energy in the Water, Energy & Food Nexus**. IRENA, 2015.
- HAJI, Maryam; GOVINDAN, Rajesh; AL-ANSARI, Tareq. **Novel approaches for geospatial risk analytics in the energy–water–food nexus using an EWF nexus node**. *Computers & Chemical Engineering*, v. 140, p. 106936, 2020.

- LAHLOU, Fatima-zahra et al. **Water planning framework for alfalfa fields using treated wastewater fertigation in Qatar: an energy-water-food nexus approach**. Computers & Chemical Engineering, v. 141, p. 106999, 2020.
- LUQMAN, Muhammad; AL-ANSARI, Tareq. **Thermodynamic analysis of an Energy-Water-Food (Ewf) nexus driven polygeneration system applied to coastal communities**. Energy Conversion and Management, v. 205, p. 112432, 2020.
- LUQMAN, Muhammad; AL-ANSARI, Tareq. **A novel solution towards zero waste in dairy farms: A thermodynamic study of an integrated polygeneration approach**. Energy Conversion and Management, v. 230, p. 113753, 2021.
- MARASENI, Tek et al. **Carbon smart agriculture: An integrated regional approach offers significant potential to increase profit and resource use efficiency, and reduce emissions**. Journal of Cleaner Production, v. 282, p. 124555, 2021.
- MORAES-SANTOS, Eliana Cristina. **O nexó água-alimento-energia aplicado à rede de influência entre as cidades: análise centrada no município de Cunha, São Paulo**. 2020.
- RAFTERY, Adrian E. et al. **Less than 2 C warming by 2100 unlikely**. Nature climate change, v. 7, n. 9, p. 637-641, 2017.
- ROHRACHER, Harald; KÖHLER, Helena. **Households as infrastructure junctions in urban sustainability transitions: The case of hot water metering**. Urban Studies, v. 56, n. 11, p. 2372-2386, 2019.
- ROTHER, E. T. **Revisão sistemática x revisão narrativa**. Acta Paulista de Enfermagem, São Paulo, v. 20, n. 2, p. v-vi, jun. 2007.
- The United Nations world water development report 2019: leaving no one behind. Corporate author: [UNESCO World Water Assessment Programme](#) [415] ISBN: 978-92-3-100309-7 Collation: 186 pages : illustrations, maps
- TANIGUCHI, Makoto et al. **Recovery of lost nexus synergy via payment for environmental services in Kumamoto, Japan**. Frontiers in Environmental Science, v. 7, p. 28, 2019.
- YILLIA, P. T. **Water-Energy-Food nexus: framing the opportunities, challenges and synergies for implementing the SDGs**. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, v. 68, n. 3-4, p. 86-98, 2016.