

A PESQUISA ACADÊMICA E A POTENCIALIDADE DO USO DA ABORDAGEM DO FEW NEXUS (NEXO ÁGUA-ENERGIA-ALIMENTO) INTEGRANDO A GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS NO BRASIL E NO MUNDO

HILDEBRANDO MAZZARDO MARQUES VIANA

TANIA NUNES DA SILVA

Introdução

Ao analisar o uso do FEW Nexus como abordagem ao desenvolvimento sustentável, este artigo busca demonstrar sua aplicabilidade dentro das ciências sociais, área que utiliza o FEW Nexus numa frequência muito menor em comparação às ciências exatas. Isso, no entanto, não significa que as Ciências Sociais não possam utilizar essa ferramenta para o estudo e pesquisa do desenvolvimento sustentável, tema ao qual as Ciências Sociais Aplicadas, especialmente a Administração, se dedica no campo da gestão.

Problema de Pesquisa e Objetivo

Como a abordagem de FEW Nexus vem sendo desenvolvida na academia, de uma perspectiva local a global? Objetivos específicos: a) verificar a revisão da literatura desenvolvida sobre o FEW Nexus a partir de uma perspectiva global; b) verificar o perfil dos trabalhos desenvolvidos nas dissertações defendidas em universidades brasileiras que possuam o FEW Nexus como objeto central de análise; e, c) identificar oportunidades de pesquisa na pesquisa do FEW Nexus no contexto da pesquisa acadêmica no Brasil.

Fundamentação Teórica

O FEW Nexus, utilizando as abordagens de Hoff (2011), Bazilian e outros autores contemporâneos. O FEW Nexus na pesquisa mundial, a partir de estudos de autores sobre a produção acadêmica acerca do tema. E a pesquisa acadêmica brasileira, a partir da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações

Metodologia

Através de revisão da literatura, buscando a percepção dos pesquisadores sobre a tendência nos estudos sobre o tema do FEW Nexus. Levantamento bibliométrico na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, e análise quantitativa e qualitativa sobre o resultado dessa pesquisa.

Análise dos Resultados

O campo das ciências exatas, especialmente as engenharias, claramente dominam a produção científica de teses e dissertações pela academia brasileira, conforme a análise a partir do BDTD, envolvendo as interações do FEW Nexus. Há uma desigualdade evidente no número de trabalhos desenvolvido pelas ciências sociais e ciências exatas, e isso também reflete no baixo número de trabalhos envolvendo os atores com parcela menor de poder, como, por exemplo, a maioria dos consumidores e pequenos agricultores, que normalmente são abordados pelas ciências sociais aplicadas.

Conclusão

Ficou demonstrado o potencial do uso da abordagem do FEW Nexus na área das Ciências Sociais Aplicadas, incluindo a Administração, utilizando pesquisas qualitativas, bem como sua originalidade e ineditismo como abordagem para o desenvolvimento sustentável.

Referências Bibliográficas

BAZILIAN, M.; ROGNER, H.; HOWELLS, M.; HERMANN, S.; ARENT, D.; GIELEN, D.; STEDUTO, P.; MUELLER, A.; KOMOR, P.; TOL, R.S.J.; YUMKELLA, K.K.; Considering the energy, water and food nexus: towards an integrated modelling approach. *Energy Policy*, vol.39, pp.7896-7906. 2011.
BDTD - Banco Digital de Teses e Dissertações. Disponível em: <https://bdt.d.ibict.br/vufind/> - Acesso em 05/11/2020. ENDO, Aiko; TSURITAB, Izumi; BURNETT, Kimberly; ORENCIO, Pedcris M. A review of the current state of research on the water, energy, and food nexus. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 11, 20-30, 2017.

Palavras Chave

Desenvolvimento sustentável, FEW Nexus, Recursos naturais

Agradecimento a órgão de fomento

Ao CAPES e ao CNPQ, entidades das quais os autores recebem incentivo através de bolsa para a pesquisa.

A PESQUISA ACADÊMICA E A POTENCIALIDADE DO USO DA ABORDAGEM DO *FEW NEXUS* (NEXO ÁGUA-ENERGIA-ALIMENTO) INTEGRANDO A GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS NO BRASIL E NO MUNDO

RESUMO

Este artigo trata sobre a abordagem do nexo água-energia-alimento, mais conhecida como *FEW Nexus (Food-Water-Energy)*, uma abordagem que se apresenta como uma ferramenta inovadora, e ainda pouco explorada, especialmente pelas Ciências Sociais Aplicadas, e que pode contribuir na promoção de melhorias orientadas pelo desenvolvimento sustentável.

Ela apresenta múltiplas perspectivas, que dependem dos atores envolvidos, da escala e nível que se pretende aplicar, e os resultados que se esperam obter. O estudo sobre o uso dos recursos naturais isoladamente já possui um histórico, especialmente dos recursos hídricos e energéticos. Porém, o nexo entre dois ou três recursos naturais, como o da água-energia-alimentos, vem se apresentando uma ferramenta promissora para o desenvolvimento sustentável.

Essa revisão da literatura buscou, também, apoiar a percepção de tendências nos estudos sobre o tema, que podem se tornar sugestões e material de apoio em futuras pesquisas na academia, para agentes públicos e privados interessados no tema, e, principalmente, contribuir no desenvolvimento sustentável em qualquer aspecto, seja ambiental, social ou econômico.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento sustentável; *FEW Nexus*; Recursos naturais.

INTRODUÇÃO

Conforme a FAO (2017), à medida que o crescimento populacional e o aumento da renda continuam a impulsionar a demanda por água, o aumento da competição entre água, energia, agricultura, pesca, pecuária, silvicultura, mineração, transporte e outros setores pode ter impactos imprevisíveis para os meios de subsistência e o meio ambiente. As políticas globais de desenvolvimento social, erradicação da pobreza, acesso a uma nutrição adequada, água e energia obtidas de forma limpa, enfrentam novos desafios e aparentam ter atingido um limite dentro dos padrões conhecidos.

O ritmo da mudança está desacelerando e a crise do COVID-19, iniciada em 2020, pode reverter décadas de progresso na luta contra a pobreza. Segundo relatório do *World Institute for Development Economics Research* (UNU-WIDER), de março de 2020, as consequências econômicas da pandemia global podem fazer retornar a pobreza até meio bilhão de pessoas, 8% da população mundial. Esta seria a primeira vez que a pobreza aumentaria globalmente em trinta anos, desde 1990. Conforme o *United Nations Development Program* (UNDP) afirma, a pandemia extrapola uma crise sanitária, é também uma crise socioeconômica sem precedentes.

Além de um cenário impactado por uma pandemia, o consumo dos recursos segue em aceleração. Conforme a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), o consumo de água tende a aumentar em torno de 55% em todo mundo se comparados 2000 a 2050, sendo que algumas indústrias aumentarão o uso de água em até 400% (manufatura) e 140% (eletricidade).

Possibilitar o acesso das populações a fontes de energia de qualidade e constantes também é um desafio, e precisa ser combinado com a energia utilizada em outras atividades econômicas, como indústria e agricultura, por exemplo. No entanto, a eletricidade residencial responde por apenas 5% do consumo global de energia, e um quarto da eletricidade mundial. A

maior parte da produção energética é usada na indústria, comércio, agricultura e transporte. Conforme a FAO (2012) a cadeia de abastecimento e produção de alimentos consome cerca de 30% do total de energia global. Na América Latina e Caribe, conforme Mahlknecht, Gónzales-Bravo e Loge (2020), essa representatividade tem outra distribuição, com a indústria respondendo por 34%, transporte 33%, residências 16%, comércio 5% e outros 12%. Assim, apesar de um objetivo legítimo no ponto de vista social, é uma das menores fatias do bolo da energia.

Existem várias interações envolvendo a produção de alimentos, recursos hídricos e energéticos e outras atividades produtivas, conforme a FAO (2015). Projetos de infraestrutura hídrica em grande escala, por exemplo, fornecem eletricidade por meio de energia hidrelétrica e armazenamento de água para irrigação, gestão de enchentes e usos urbanos, mas podem ter impactos diretos, grandes e adversos, no meio ambiente, sistemas agroecológicos e nas comunidades locais e seus meios de subsistência.

Esses dados contribuem para um cenário de incertezas, e no questionamento sobre se os modelos atuais de gestão e produção serão capazes de atender as necessidades atuais e futuras, de forma equitativa, saudável e sustentável, num mundo com uma crescente população global, padrões de consumo mais elevados, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida de grandes populações, porém com recursos limitados e sem afetar o clima e o meio ambiente. Ao analisar o uso do *FEW Nexus* como abordagem ao desenvolvimento sustentável, este artigo busca demonstrar sua aplicabilidade dentro das ciências sociais, área que, conforme a pesquisa de Wiegler e Bruns (2018), utiliza o *FEW Nexus* numa frequência muito menor em comparação às ciências exatas.

Ao mesmo tempo que se apresenta como abordagem inovadora, o *FEW Nexus* não possui um conceito definitivo, sendo ainda tema de discussões, análises e estudos em diversas áreas, mas preponderantemente na área das ciências exatas e com estudos quantitativos, o que não significa que as Ciências Sociais não possam utilizar essa ferramenta para o estudo e pesquisa do desenvolvimento sustentável, tema ao qual as Ciências Sociais Aplicadas, especialmente a Administração, se dedica no campo da gestão.

O objetivo deste estudo é apresentar uma revisão da literatura sobre o *FEW Nexus*, considerando informações recentes e que representem a atualidade sobre o tema, evoluindo de uma perspectiva macro até, por fim, apresentar teses e dissertações defendidas em universidades brasileiras que possuam o *FEW Nexus*.

PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVO

Dessa forma, como problema central este trabalho apresenta a seguinte questão de pesquisa: **Como a abordagem de *FEW Nexus* vem sendo desenvolvida na academia, de uma perspectiva local a global?**

OBJETIVOS DO ESTUDO

A pesquisa teve como objetivo geral: analisar como a pesquisa sobre a abordagem do *FEW Nexus* vem sendo desenvolvida na academia brasileira e mundial.

Como objetivos específicos: a) verificar a revisão da literatura desenvolvida sobre o *FEW Nexus* a partir de uma perspectiva global; b) verificar o perfil dos trabalhos desenvolvidos nas dissertações defendidas em universidades brasileiras que possuam o *FEW Nexus* como objeto central de análise; e, c) identificar oportunidades de pesquisa na pesquisa do *FEW Nexus* no contexto da pesquisa acadêmica no Brasil.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

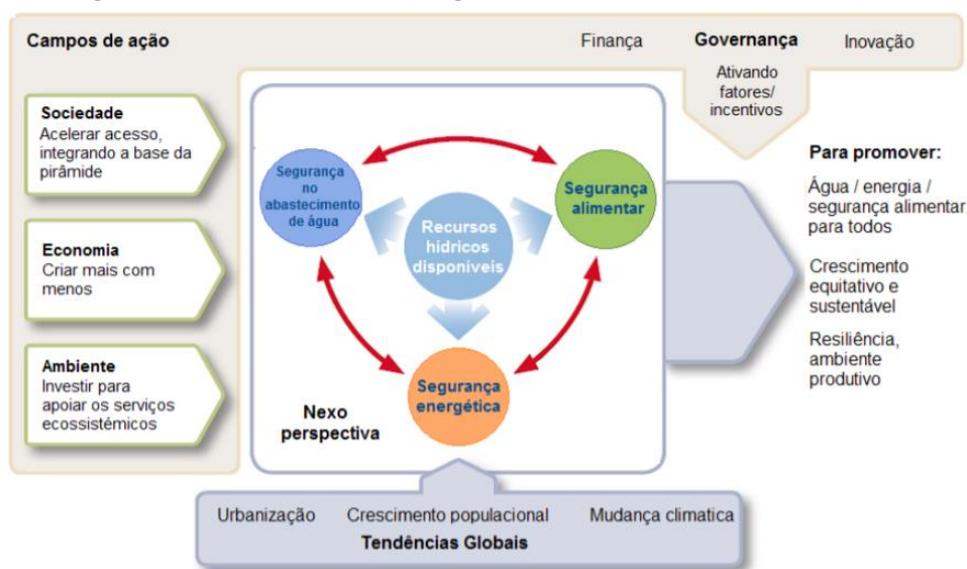
O *FEW NEXUS*

Semanticamente, *nexo* é junção entre duas ou mais coisas. Uma ligação, vínculo, união, entre situações, acontecimentos ou ideias; coerência.

O *FEW Nexus*, segundo Hoff (2011), clama por uma abordagem integrada que enxergue água, energia e sistemas alimentares como interdependentes, e isso maximiza sinergias intersetoriais ao mesmo tempo que minimiza *tradeoffs*. Ainda que relativamente recente, a discussão sobre o *nexo* como um instrumento científico vem ganhando espaço, e, conforme afirma a FAO (2014) em seu relatório de 2014, *The Water-Energy-Food Nexus A new approach in support of food security and sustainable agriculture*, o *nexo* representa uma abordagem inovadora, uma vez que considera igualmente as diferentes dimensões dos três fatores – água, energia e alimento - e reconhece a interdependência do uso desses recursos para o desenvolvimento sustentável (FAO, 2014, p.230), conceito reforçado por Mercure et al. (2019), que afirmam que “o *nexo* água-energia-alimento é um dos mais complexos desafios da sustentabilidade enfrentados pelo mundo”.

Analisar as interações de água, energia e alimentos, através da abordagem teórica do *nexo*, é relevante na temática do desenvolvimento sustentável. A abordagem do *nexo* pode proporcionar uma nova perspectiva que permita oferecer um novo instrumento para a obtenção de benefícios sociais e econômicos para um grupo diretamente impactado pela concorrência sobre os recursos naturais. Apresentado na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), a Conferência de Bonn, realizada em 2011, o trabalho realizado por Holger Hoff, denominado “Compreendendo o *Nexo*”, mostra o conceito de *FEW Nexus* como uma abordagem que representa uma resposta às mudanças climáticas e sociais, tais como crescimento populacional, globalização, crescimento econômico e urbanização, como pode ser visto no esquema para o *FEW Nexus* (Figura 1).

Figura 1 – O *FEW Nexus*, segundo a Conferência de Bonn, 2011



Fonte: Hoff (2011, p.16).

Combinar as perspectivas teóricas da abordagem de *FEW Nexus* e desenvolvimento sustentável contribui na análise e no entendimento dos fenômenos sociais e econômicos contemporâneos, e nas temáticas envolvendo a agricultura e o uso racional de recursos naturais.

Ao mesmo tempo, estabelecer as relações entre essas abordagens e suas implicações na realidade estudada se torna importante pela relevância dos potenciais benefícios sociais, especialmente na busca pela redução ou erradicação da pobreza.

A capacidade de obter água, energia e segurança alimentar sob mudanças climáticas, por exemplo, depende do entendimento dos riscos e vulnerabilidades interconectados a esses recursos. Dadas essas ferramentas de política dinâmica, incentivos e regulamentações precisam permanecer flexíveis para se adaptar às mudanças, integrando ideias inovadoras e melhores práticas.

Desde 2011, quando da Conferência de Bonn, o tema do *FEW Nexus* vem sendo discutido e, conforme Allouche, Middleton e Gyawali (2015), vários proponentes apresentam suas próprias perspectivas e agendas sobre o tema. Os autores chamam a atenção para o fato de que as mudanças climáticas, fator que foi uma das principais motivações de Hoff (2011) para a elaboração do conceito do *FEW Nexus*, e que é um problema que acaba por ampliar o significado e a interdependência dessa relação dinâmica entre os setores de água, alimentos e energia, não é mais abordada no discurso contemporâneo sobre o *FEW Nexus*, sendo que na concepção e anos iniciais da discussão dessa abordagem, era tido como o principal impulsionador desses movimentos e debates.

Segundo Allouche, Middleton e Gyawali (2014), o enquadramento do *FEW Nexus* certamente tem semelhanças e se baseia princípios de outras abordagens holísticas para a tomada de decisão ambiental, incluindo gestão integrada de recursos naturais, GIRH e desenvolvimento sustentável, mas é uma nova abordagem. Conforme já visto anteriormente, essa afirmação de que a abordagem do *FEW Nexus* é uma evolução simples da GIRH é contradita pela FAO (2014), pois a mesma afirma que a abordagem do *FEW Nexus* é inovadora, uma vez que considera igualmente as diferentes dimensões dos três fatores e reconhece a interdependência do uso desses recursos para o desenvolvimento com sustentabilidade.

Bhaduri, Ringler e Mohtar (2015) afirmam que as dimensões humana e ambiental são e devem ser o núcleo da abordagem do *FEW Nexus*, e abordam a sustentabilidade ecológica da qual depende o bem-estar das gerações futuras.

De fato, o paradigma do *FEW Nexus* não fica limitado às ciências diretamente envolvidas, mas pode trazer para a arena de discussões outras soluções, para enfrentar problemas como, por exemplo, o apontado por Allouche, Middleton e Gyawali (2015), de que a oferta dos recursos é imprevisível, devido às crescentes incertezas causadas pelas mudanças climáticas e suas consequências ecológicas, e pela rápida mudança das condições socioeconômicas, incluindo a redistribuição global da riqueza e da energia, bem como a mudança dos fluxos, de pessoas, recursos, conhecimento e tecnologias.

O FEW NEXUS NA PESQUISA ACADÊMICA MUNDIAL

Para analisar o cenário da pesquisa acadêmica sobre a abordagem do *FEW Nexus*, serão apresentados estudos que auxiliam na compreensão da mesma, que vão desde a revisão da literatura sobre o tema nas últimas décadas, análises que apresentam o estado atual dos estudos sobre o *FEW Nexus* e suas tendências, destacando como a pesquisa do *FEW Nexus* vem sendo tratada, partindo de uma perspectiva geral e avançando no detalhamento até o contexto brasileiro.

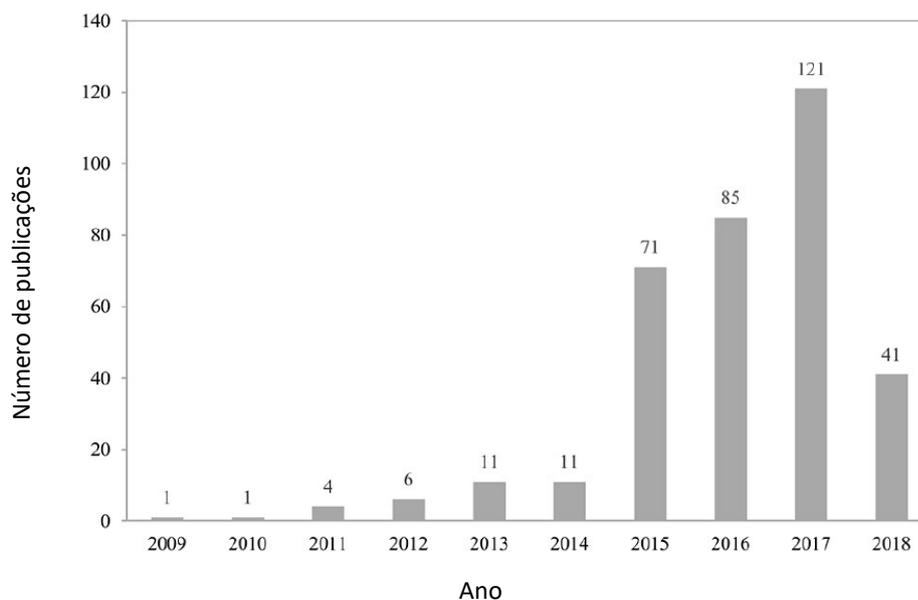
No estudo de Wiegleb e Bruns (2018), a partir de uma perspectiva analítica do discurso, foi investigado o que está direcionando o estudo do *FEW Nexus*. Foi utilizado como base de pesquisa publicações constantes na *Web of Science (WOS)*, utilizando as combinações das palavras-chave água, energia, alimento e nexo, e selecionando somente arquivos revisados por

pares. As autoras ressaltam que a WOS naturalmente apresenta uma tendência pelas ciências naturais, em detrimento às ciências sociais e humanas, bem como a periódicos mais antigos.

Desde 2009, conforme Wiegleb e Bruns (2018), houve um crescimento quase exponencial no interesse pela pesquisa do *FEW Nexus* (Figura 2), com um aumento acentuado de publicações entre 2014 e 2015. As autoras relacionam esse aumento com a adoção dos ODS em 2015, onde o *FEW Nexus* representa um importante papel.

Conforme Wiegleb e Bruns (2018), os periódicos analisados enfocam explicitamente a gestão de recursos, tópicos de ciências ambientais, tecnologia e desenvolvimento sustentável. Com base nessa análise em profundidade, as autoras identificaram duas formações discursivas distintas em torno do *FEW Nexus*, que são caracterizadas por diferentes esquemas interpretativos, estruturas fenomênicas, narrativas e contexto material. A linha definida como mais influente pelas autoras teve 21 artigos associados, enquanto a linha definida como alternativa, teve 6 artigos. Em linhas gerais, segundo as autoras, a linha mais influente *FEW Nexus* é moldada por perspectivas científicas, de engenharia e econômicas naturais, que se concentra em avaliar as interligações, compensações e sinergias entre os sistemas de água, energia e alimentos por meio de medições quantitativas e modelagem computacional. Os artigos associados a essa linha de discurso são citados com mais frequência e prevalecem em termos de quantidade, tendo muito mais pesquisadores e autores.

Figura 2 – Publicações na Web of Science com o tópico *FEW Nexus*



Fonte: Wiegleb e Bruns (2018, p.7).

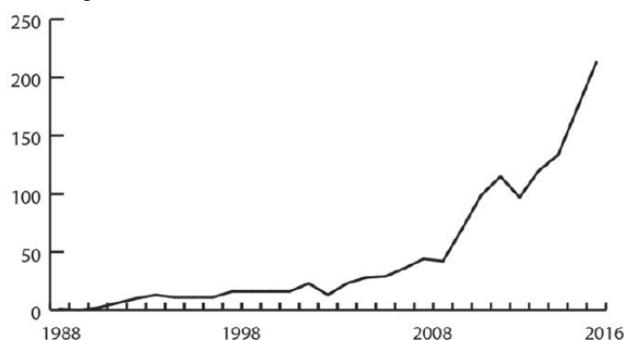
Já o discurso do *FEW Nexus* alternativo, definido por Wiegleb e Bruns (2018) como marginalizado, é caracterizado por uma comunidade crítica das ciências sociais. Predomina uma perspectiva alternativa que adota uma abordagem social construtivista e política voltada para a gestão e governança de recursos, com artigos frequentemente de natureza conceitual e teórica. A postura é uma crítica com relação a linha principal, sendo que poucos autores moldam o discurso alternativo e os artigos associados a esse discurso alternativo são citados com menos frequência, e acabam, por consequência, sendo menos influentes na conceituação da estrutura do *FEW Nexus*.

Entretanto, conforme Wiegleb e Bruns (2018), ambas linhas se referem praticamente aos mesmos atores, eventos e instituições, que fazem parte da esfera política internacional. Algumas destas referências comuns incluem, por exemplo, as Nações Unidas (a FAO está

inclusa), Rio + 20, os ODMs e ODSs e a plataforma IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). O Fórum Econômico Mundial é identificado como um dos principais promotores do Nexus e a conferência Bonn 2011 é apontada como um importante marco desenvolvimento do conceito do *FEW Nexus*. As autoras concluem sua análise afirmando que o conceito atual do *FEW Nexus* é fragmentado e moldado mais pela separação do que por abordagens integrativas voltadas à governança de recursos.

Newell, Goldstein e Foster (2019) realizaram uma revisão sobre a pesquisa do *FEW Nexus* de 1973 a 2017, também utilizando como base a *Web of Science (WOS)*. Conforme os autores, a pesquisa envolvendo o *FEW Nexus* é relativamente recente, sendo o ano de 1988 o ano da primeira publicação sobre o tema envolvendo o nexo água-energia, que documentou como a precipitação pluviométrica poderia afetar a produção energética em Ontário, no Canadá (COHEN e ALLSOPP, 1988). Desde então, o domínio de pesquisa do nexo envolvendo dois ou os três fatores – água, energia e alimento - expandiu-se rapidamente, como pode ser visto na Figura 3 .

Figura 3 – Publicações acadêmicas sobre o *FEW Nexus* na *Web of Science*



Fonte: Newell, Goldstein e Foster (2019, p.4).

Newell, Goldstein e Foster (2019) utilizaram, inicialmente, como termo de pesquisa “alimento E energia E água E sistemas”, e trouxeram um conjunto de dados geral envolvendo o *FEW Nexus* que resultou 1.399 publicações. Em seguida, os autores usaram várias combinações de pesquisa, buscando incluir o maior número possível sobre o *FEW Nexus*, como por exemplo, “alimento E energia E água E nexo”, que trouxe apenas 193 citações. Para fins de análise, os autores excluíram artigos nas áreas de ciências médicas e da saúde, não representativos para a abordagem *FEW Nexus* pretendida, que totalizaram 965 exclusões. Após esse ajuste, como um dos resultados iniciais, as áreas de ciências ambientais predominaram, enquanto as ciências sociais foram sub-representadas.

Segundo esses autores , a maioria dos artigos usou abordagens quantitativas, em detrimento das qualitativas, usando especialmente avaliação integrada e modelagem de dinâmica de sistemas, embora a escala espacial fosse geralmente reconhecida, a consideração explícita de interações multi-escalares era limitada. As questões envolvendo a estrutura institucional, governança, e equidade no acesso aos recursos também foram pouco exploradas.

A análise bibliométrica desta literatura revelou seis comunidades de pesquisa distintas, ou *clusters*, baseado na sua cobertura de conteúdo. Ordenados decrescentemente pelo seu tamanho, as áreas resultantes são: (1) o nexo água-energia-alimento (*FEW Nexus*); (2) energia-alimento; (3) alimento; (4) energia-biocombustíveis; (5) ecologia; e (6) nexo água-energia-alimento (*FEW Nexus*) urbano. Esses nós representam efetivamente publicações e informações suplementares sobre o tema, mesmo que tenham abordado tangencialmente o *FEW Nexus*. O grupo mais representativo, a Comunidade 1, também é o que melhor representa a abordagem

integrada do *FEW Nexus*, tendo como nós mais proeminentes as publicações de Bazilian et al. (2011) e Howells et al. (2013).

No trabalho desenvolvido por Endo et al. (2017), os autores analisaram projetos ligados ao *FEW Nexus*, usando uma abordagem quantitativa através de dados secundários, utilizando publicações acadêmicas, periódicos e dados disponíveis na *web*. Os autores, partindo da premissa que o *FEW Nexus* teve sua relevância aumentada a partir da Conferência Nexus de Bonn em 2011, selecionaram projetos que se enquadrassem nas seguintes condições: (i) destacassem as interações de água, energia, e alimentos; (ii) envolvessem diferentes partes interessadas de diferentes setores no processo dos projetos; (iii) tivessem uma ligação estreita à Conferência Nexus de Bonn 2011. Assim, foram encontrados 37 projetos, que foram divididos em 4 tipos de pesquisas: água-alimento (6), água-energia (12), água-energia-alimento (11), e climáticos (8).

Baseados nestes 4 tipos, Endo et al. (2017), detalham as especificidades de cada um com relação, quando aplicável, ao: a) ambiente em que se desenvolve; b) como se dá na esfera social e de governança; c) esfera econômica; e d) tipo de instrumento. Em sua análise, Endo et al. (2017), também, verificaram a concentração de cada tipo de projeto nexu regionalmente. As regiões foram divididas em Ásia, Europa, Oceania, América do Norte, América do Sul, Oriente Médio e África, sendo que o Oriente Médio foi segregado da Ásia em função do número significativo de projetos de nexu em andamento.

Conforme os autores, se um projeto de nexu foi implementado internacionalmente, foi contabilizado como um projeto que ocorre em todas as regiões, fato esse que ocorreu para seis projetos: dois sobre água-alimento, um sobre água-energia, um sobre água-energia e alimentos, e dois sobre clima. A América do Norte e a Oceania apresentaram a tendência em se concentrar em um tipo específico de nexu, água-energia (46%) e clima (43%), respectivamente. A África apresenta o menor foco em água-energia (7%). Chama a atenção o fato da América do Sul, apesar da grande produção de alimentos, apresentar o menor interesse em projetos de nexu água-energia-alimentos (7%),

No caso da América Latina e Caribe, conforme Mahlknetch, Gónzales-Bravo e Loge (2020), em sua pesquisa também afirmaram que, quando comparada com outras regiões, apresenta poucas publicações e projetos relacionados ao *FEW Nexus*. A pesquisa na América Latina e Caribe se concentra nas interações água-energia, considerando o balanço hídrico e as implicações da pegada hídrica em extração não convencional de petróleo e gás, como o caso da exploração em bacias oceânicas, as chamadas águas profundas, onde o Brasil desponta. São incipientes os estudos que analisam a implementação de políticas de gestão de recursos geridas pela abordagem do *FEW Nexus*, ainda mais considerando as características de particularidades regionais, e seu impactos ambientais e socioeconômicos.

Conforme Mahlknetch, Gónzales-Bravo e Loge (2020), a maior parte dos esforços de pesquisa na América Latina e Caribe concentrou-se mais na caracterização do *FEW Nexus* do que propriamente em sua implementação, mas aponta que requer a avaliação de características específicas em nível regional. Para os autores, os enquadramentos do nexu na região da América Latina e Caribe enfocam a segurança hídrica e alimentar nos países integrantes do bloco, fornecendo informações analíticas sobre o progresso alcançado na região levando em consideração questões sociais e ambientais.

Porém, em linhas gerais, as abordagens para o desenvolvimento sustentável se concentram no papel da agricultura na América Latina e Caribe para a segurança alimentar global, e nas compensações ambientais associadas, porém desconsideram aspectos relacionados à governança, equidade (disponibilidade agregada dentro de um sistema), acesso aos recursos e comportamento, além de desconsiderar nas discussões a gestão de recursos e seus impactos, sejam eles ambientais ou socioeconômicos, diretamente na região, e da falta de foco na estrutura

institucional, que propiciaria certa colaboração entre partes interessadas (MAHLKNETCH, GÓNZALES-BRAVO e LOGE, 2020, p.3).

Fontana et al. (2020), em uma análise sobre o estado atual da pesquisa sobre a abordagem *FEW Nexus*, definiram como escopo as pesquisas realizadas por instituições brasileiras e/ou internacionais que tenham como foco o estudo do *FEW Nexus* envolvendo as interações entre dois ou três dos fatores água, energia e alimentos no contexto brasileiro. Para tanto, os autores buscaram documentos acadêmicos, incluindo artigos, resenhas, capítulos de livros e artigos de conferências, nos bancos de dados Scopus, *Web of Science* (WOS) e a base SciELO. Esta última apresentou um único resultado, que já havia sido encontrado na Scopus, e por isso foi desconsiderada. Assim, as ocorrências redundantes foram consideradas uma única vez.

A busca utilizou os termos “água”, “energia”, “comida”, “nexus” e “Brasil”, tanto em português quanto em inglês, sendo que a palavra “Brasil” foi buscada tanto nos campos de título, resumo e palavras-chave quanto na afiliação do autor. Foram excluídos documentos de áreas de pesquisa como medicina, odontologia, genética, toxicologia e limnologia, restando, por fim, nos estudos que tratavam o *FEW Nexus* como abordagem para gestão dos recursos, no contexto brasileiro. Estudos existentes na forma de relatórios, teses e dissertações não foram considerados, por não serem acessíveis através do sistema de publicações acadêmico internacional.

Fontana et al. (2020) encontraram 57 artigos acadêmicos, sendo 44 na base de dados Scopus e 13 na base de dados Web of Science. Após revisão, os autores excluíram 11 dos artigos, pelos seguintes motivos: o artigo não ser sobre o *FEW Nexus* em nenhuma de suas variações; o artigo não ser sobre o Brasil nem ter autor de instituição brasileira; as palavras “Brasil” ou “nexo” aparecem nos documentos referentes a outros assuntos; é um pôster ou capa das atas de uma conferência. Além disso, um documento foi excluído, pois não foi possível localizá-lo *online*.

Conforme esses autores, a primeira publicação sobre o tema, conforme os parâmetros da pesquisa, ocorreu no ano de 2014, e as pesquisas sobre o *FEW Nexus* no Brasil, ou com a participação de acadêmicos de instituições brasileiras, aumentaram significativamente desde este ano. O período de 2017 a 2018 foi marcado pela produção científica mais significativa sobre o tema, passando de 5 para 20 publicações. Segundo os autores, esse aumento pode estar relacionado a duas convocatórias de projetos de pesquisa do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) e do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC).

Segundo Fontana et al. (2020), os artigos foram desenvolvidos primordialmente por instituições de pesquisa do Brasil, seguido pelos Estados Unidos, Reino Unido e Alemanha. Das 46 publicações, 15 foram exclusivamente por autores de instituições brasileiras, 23 em coautoria de autores de instituições brasileiras com instituições internacionais, sendo que 9 destes 23 tinham como o primeiro autor, um de instituição brasileira. Somente 8 das 46 publicações foram produzidas por autores exclusivamente do exterior.

Com relação ao enfoque, conforme Fontana et al. (2020), 35 das 46 tinham como foco especificamente o Brasil, sendo que destas, 15 foram produzidas em parcerias entre instituições do Brasil e do exterior, 12 envolveram somente pesquisadores de instituições brasileiras, e 8 de instituições internacionais. Das 11 que não tinham o Brasil como enfoque, mas tinham autores brasileiros, 8 foram conduzidas em parcerias entre brasileiros e estrangeiros, e 3 conduzidas por brasileiros. No Brasil, as instituições de pesquisa do estado de São Paulo foram as mais ativas (22 estudos), seguidas pelas dos estados de Santa Catarina (11), Paraná (6) e Rio de Janeiro (4).

Sobre os temas, a maioria tratava de estudos de caso específicos no contexto brasileiro (35), enquanto os demais se referiam a casos localizados em outros países ou centrados no desenvolvimento de questões conceituais e metodológicas. Sobre artigos que tratavam de

estudos de casos brasileiros, a maioria (16) utilizou uma escala nacional, 12 adotaram uma perspectiva regional (dentro de uma ou mais bacias hidrográficas) e 7 focaram em contextos locais e mais específicos (cidade, distrito, edifício, laboratório). Os outros 11 artigos não se tratavam de estudo de caso, ou abordaram as implicações do *FEW Nexus* em escala global (FONTANA et al., 2020, p.174).

Estes resultados, na análise de Fontana et al. (2020), demonstram que, a pesquisa do *FEW Nexus* sobre o Brasil é, na sua maioria, conduzida, ou tem a contribuição, de instituições brasileiras, contrapondo-se a Wiegleb e Bruns (2018), que afirmaram que o Norte Global gerava o conhecimento sobre o *FEW Nexus* que é aplicado no Sul Global. Demonstrou, também, que as ciências exatas predominam em relação às ciências sociais, respondendo numa relação de 3 para 1 dos artigos publicados, com 43 e 14 publicações respectivamente. As abordagens de perspectiva multidisciplinar também têm a maioria das publicações, com 27, em detrimento de abordagens monodisciplinares, com 15 ocorrências e somente 2 artigos eram transdisciplinares. As engenharias, de diversos campos, predominam nas publicações, o que de certa forma também explica a predominância de estudos quantitativos, e a baixa participação das ciências sociais e de estudos qualitativos ou híbridos.

Sobre as áreas temáticas das pesquisas, segundo Fontana et al. (2020), os dois tópicos predominantes foram a geração de energia hidrelétrica e bioenergia, e a eficiência energética do sistema hídrico, com preocupações que vão da segurança hídrica e energética, como a mudança climática pode afetá-las, e a modelagem de cenários e sistemas, em 18 trabalhos, demonstrando que os estudos priorizam questões envolvendo a eficiência sistêmica. 6 trabalhos trataram o *FEW Nexus* relacionado à a abordagem à economia verde, economia circular, e aos conceitos de reuso e reciclagem. Por fim, um pequeno grupo de 7 trabalhos fez das dimensões sociopolíticas do *FEW Nexus* o elemento central da análise.

Segundo Newell, Goldstein e Foster (2019), a literatura sobre o *FEW Nexus* tem como lacuna a falta de foco em questões de estrutura institucional, governança, equidade, acesso a recursos e comportamento. Dentre os estudos de caso e documentos conceituais revisados apenas um, de autoria de Foran (2015), considerou como redes informais de atores podem gerenciar os recursos do *FEW Nexus*. Com relação as interações multi-escalares, conforme Newell, Goldstein e Foster (2019), embora as pesquisas reconheçam a importância da escala de espaço/tempo, a consideração das interações é limitada. Também a questão da equidade se concentra na disponibilidade agregada dentro de um sistema, e não na equidade no uso ou acesso de recursos (Mohtar e Daher, 2014). Newell, Goldstein e Foster (2019), afirmam que há um déficit em termos de teorização e análise das dimensões socioeconômicas do *FEW Nexus*, especialmente sobre os atores e instituições que moldam o acesso, distribuição e uso dos recursos. (você pode usar esse Link para sua tese com redecoop)

Essa posição corrobora o entendimento afirmado por Wiegleb e Bruns (2018), de que segundo os defensores da perspectiva alternativa, o discurso sobre o *FEW Nexus* não é suficientemente “pró-pobre” e, portanto, eles sugerem um engajamento mais forte com questões de justiça social e inclusão. Também se alinha com a afirmativa de Foran (2015, p. 656), que ao se adotar uma abordagem tecno-gerencial rígida, há o risco de ignorar a dinâmica complexa entre “investimento financeiro, os estados de desenvolvimento, diferentes classes de pessoas e resultados distributivos no terreno”. Isso é em parte explicado pela ausência de ligações entre abordagens do *FEW Nexus* com foco em recursos locais e regionais, com abordagens que contemplem estratégias nacionais ou supranacionais, isolando os escopos da dimensão vertical.

Segundo Mahlknecht, Gónzales-Bravo e Loge (2020), embora a abordagem do *FEW Nexus* seja reconhecida como um instrumento para o desenvolvimento sustentável, a região da América Latina e Caribe ainda não incorporou essa abordagem para o desenho de suas políticas, seja no planejamento, seja na regulamentação dos recursos naturais. Conforme os autores “é necessário desenvolver estratégias econômicas para fomentar a cooperação inter-regional e

interestadual, bem como para atrair a atenção das comunidades locais e aumentar a segurança hídrica-energética-alimentar da região” (MAHLKNETCH, GÓNZALES-BRAVO e LOGE, 2020, p.15). Na análise de Wiegleb e Bruns (2018) sobre a ocorrência de palavras-chave nos trabalhos relacionados ao *FEW Nexus*, excluindo-se o próprio termo, teve desenvolvimento sustentável como o de menor ocorrência, o que parece corroborar essa lacuna. (link que você pode fazer na sua tese)

E, finalmente, Endo et al. (2017) afirmam que as maneiras de conectar questões de *FEW Nexus* local dentro de uma comunidade a questões e temas de *FEW Nexus* mais amplos (a dimensão vertical) ainda estão ausentes nas discussões. Os autores citam, por exemplo, a necessidade de considerar como os indicadores desenvolvidos para resolver questões específicas em nível local podem ser usados em outras áreas ou em nível nacional, regional e mesmo global. Simultaneamente, é importante entender como um evento relacionado aos recursos água-energia-alimento em uma área de estudo pode afetar outras áreas de estudo (a dimensão horizontal).

O FEW NEXUS NA PESQUISA ACADÊMICA BRASILEIRA

Para buscar um maior entendimento sobre a literatura do *FEW Nexus* dentro da pesquisa acadêmica brasileira, será avaliada a produção que tem esse tema como questão central, através de material constante na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), que foi desenvolvida e é gerenciada pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, órgão nacional de informação, unidade de pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia. Integra os sistemas de informação de teses e dissertações existentes de ensino e pesquisa do Brasil.

O levantamento de teses e dissertações buscou a ocorrência dos temas envolvendo os nexos entre água, energia e alimentos, utilizando tanto termos que expressam explicitamente essa relação: nexos, água, energia, alimento; como termos relacionados e que podem representar ou funcionar como substitutos por ter o mesmo significado contextual: recursos hídricos, biocombustíveis, eletricidade e agricultura. Em seguida, foi realizada a análise de títulos, assuntos, e resumos, buscando características gerais das publicações. O período dos resultados contemplou o ano de 1983, data do estudo mais antigo que consta na base, referente à recuperação de energia na destilação do sistema etanol-água, até o ano de 2020.

A título exploratório, a primeira busca foi realizada utilizando o termo “nexo” no campo Título e/ou Assunto, obtendo como resultado 83 ocorrências. Nessa etapa foi identificada uma maioria de resultados em áreas onde o “nexo” não tem o sentido relacionado à proposta deste estudo, como Educação, Direito, Língua Portuguesa, Medicina e Nutrição. Para refinar os resultados foram feitas, então, novas pesquisas utilizando a combinação do termo “nexo” com os termos “água”, “energia” e “alimento”, e após uma avaliação individual de cada resultado, com a exclusão dos trabalhos que, mesmo contendo os termos no título ou assunto, após uma análise do resumo, não tratavam sobre a abordagem de *FEW Nexus*, restando, por fim, somente aqueles com a abordagem do nexos pretendida, que serão detalhados a seguir, divididos por grupos de similaridade, com exclusão de resultados repetidos. A partir daí, as pesquisas não usaram o termo “nexo”, somente a relação de nexos na análise de seu título ou resumo.

O primeiro **grupo (1)** representa o *FEW Nexus*, e as buscas ocorreram utilizando-se os termos: **a)** “água”, “energia” e “alimento”, que resultou 3 ocorrências; e, **b)** “água”, “energia” e “agricultura”, que resultou 3 ocorrências. Esse grupo totalizou 6 ocorrências, com 3 teses e 3 dissertações, sendo 4 relacionadas aos campos das Engenharias, 1 da Geografia e 1 do campo da Administração. A pesquisa utilizando os termos **b.1)** “água”, “eletricidade”, “alimento”, ou

b.2)) “recursos hídricos”, “energia”, “alimento”, ou **b.3)** “recursos hídricos”, “energia”, “agricultura”, e **b.4)** “água”, “eletricidade e “agricultura”, não trouxe resultados novos.

O segundo **grupo (2)** representa o nexos água-energia, com os termos: **c)** “água” e “energia”, com 94 ocorrências, após 120 exclusões; **d)** “recursos hídricos” e “energia”, com 27 ocorrências, após a exclusão de 4 já listadas anteriormente e 6 que, apesar de conterem os termos pesquisados, não tratavam sobre a abordagem do *FEW Nexus*; **e)** “irrigação” e “energia”, que resultou 16 ocorrências, já excluída 1 constante anteriormente, e a pesquisa usando os termos e “irrigação” e “eletricidade”, trouxe exatamente os mesmos resultados, e a pesquisa usando os termos **f)** “água” e “eletricidade” trouxe 56 resultados, já excluídos resultados que não tratavam da interação “água” e “energia” outros que já se encontram em outros resultados.

Esse grupo totalizou 193 trabalhos, com 48 teses e 155 dissertações. Desses, 184 são de alguma das Engenharias, e as demais 9 distribuídas com 1 de Ciências Contábeis 1 de Administração, 1 de Relações Internacionais, 1 de Geografia e 1 de Sensoriamento Remoto, 1 de Arquitetura, 1 de Economia, 1 de Comunicação Social, 1 de História, 1 de Letras e 1 de Ciências Ambientais. A maioria trata da eficiência sistêmica, seja na extração da água utilizando melhor a energia, ou como obter mais energia através de hidrelétricas. Dos 105 trabalhos somente 10 tinham como enfoque algum pilar do desenvolvimento sustentável, seja ambiental, econômico ou social, e 1 único trabalho trata sobre o *FEW Nexus*, apesar de não usar os termos.

O terceiro **grupo (3)** representando o nexos água-alimento, com os termos **g)** “água” e “alimento”, que trouxe resultados já constantes das pesquisas anteriores ou não relacionados ao *FEW Nexus*; **h)** “recursos hídricos” e “alimento”, que trouxe 6 resultados, sendo 4 já listados, sendo os 2 resultados restantes dissertações, 1 da Engenharia e 1 da área de Ecologia e Biodiversidade, esta última com enfoque na sustentabilidade socioeconômica e ambiental, e, **i)** “água” e “agricultura”, que trouxe 60 resultados que representam interações de *FEW Nexus*, após a exclusão de 97. O grupo totalizou 62 trabalhos, sendo 41 dissertações e 21 teses, todas na área das engenharias, e tendo 5 trabalhos com foco no desenvolvimento sustentável.

O quarto **grupo (4)**, representa o nexos energia-alimento, com os termos **j)** “energia” e “alimento” trouxe 7 resultados, excluídos 6 resultados já constantes nas pesquisas anteriores; e, **k)** “biocombustível”, que representa em si o *FEW Nexus*. Foram 47 resultados, sendo 12 teses e 35 dissertações. Os 47 trabalhos nessa área tratam essencialmente da eficiência na geração de energia a partir de biomassa, mas alguns também consideram a destinação de terra e água na produção de biomassa para energia, ao invés da produção de alimentos. A área com maior representatividade é a das Engenharias (41), tendo 1 de Economia, 1 de Relações Internacionais e 3 de Desenvolvimento Rural e 1 de Ciências Ambientais. Nenhum deles trata do desenvolvimento sustentável diretamente.

Por fim, tendo em vista a construção histórica da abordagem do *FEW Nexus* ter em sua gênese as discussões sobre a Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), e para se ter uma dimensão das pesquisas sobre esse tópico que pudessem estar relacionadas a algum dos nexos, foi pesquisada a ocorrência do termo **l)** “gestão integrada dos recursos hídricos”, que gerou o quinto **grupo (5)**. Foram 35 ocorrências, sendo 8 teses e 27 dissertações, sendo 31 ligadas à Engenharias, 1 ao Desenvolvimento Rural Sustentável, 1 à Ecologia, 1 a Políticas Públicas e 1 às Ciências da Saúde. A maioria, 21, essencialmente trata aspectos sobre a mensuração dos recursos e sua disponibilidade, sem verificar impactos ambientais ou socioeconômicos, nem estabelecer uma ligação com os três fatores do nexos objeto dessa pesquisa (água, energia e alimento), uma parcela significativa, 11 trabalhos, tinha como enfoque o desenvolvimento sustentável (é o que está na 6ª coluna) a sustentabilidade em alguma das suas dimensões, seja social, econômica ou ambiental, explicitamente em seu título ou em seu resumo.

A pesquisa na base de dados do BDTD envolvendo o nexos em alguma de suas formas mais usuais resultou, então, em 343 resultados, distribuídos conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Publicações na BDTD envolvendo os nexos entre água, energia e alimento

Grupo	Nexo	Publicações	Teses	Diss.	Des.Sust.	Eng.
1	água-energia-alimento	6	3	3	2	6
2	água-energia	193	38	155	21	180
3	água-alimento	62	21	41	5	62
4	energia-alimento	47	12	35	8	41
5	GIRH	35	8	27	11	31
Total		343	82	261	47	320

Fonte: Baseado no BDTD (2021).

Dos 343 trabalhos, 320, ou 93,3% do total, foram elaborados por alguma das engenharias, e os restantes 23 (6,7%) por áreas diversas. Com relação à presença dos termos “sustentabilidade” ou “desenvolvimento sustentável” em seu título ou assunto, ocorreu em 47 (13,7%), e envolveram algum aspecto do desenvolvimento sustentável.

O número de trabalhos tendo o uso da água como principal fator, considerando a GIRH (35), uso da água para geração da energia (192) e uso da água na agricultura (62) corresponde à 289 trabalhos, ou 84,3% do total. O nexo energia-alimento foi representado basicamente pelos biocombustíveis, com 41 resultados, ou 12,0% do total. Dos demais 14 trabalhos, 5 (1,5%) tinham a água-energia como nexo, mas com enfoque na energia, 1 (0,003%) tinha o impacto ambiental no uso da água para plantação.

As interações envolvendo a água predominam, porém voltadas à agricultura em escala industrial e geração de energia em larga escala. Reuso de água ou captação de fontes alternativas (como água da chuva), não é expressiva. Aparecem poucos trabalhos em escala residencial voltados à eficiência energética utilizando fontes renováveis, e melhor uso da água. E, considerando que o Brasil é um grande produtor agrícola, de etanol e biodiesel, a participação das pesquisas do nexo alimento-energia utilizando o biocombustível é relativamente baixa.

As interações envolvendo o *FEW Nexus*, entretanto, não surgem como uma abordagem de análise na maioria dos trabalhos, seja como paradigma principal ou componente em outras análises. E, a minoria de 6 (1,7%) trabalhos, utilizam o conceito do *FEW Nexus*, proposto desse estudo, como enfoque, e serão analisados individualmente (Quadro 2).

Os 2 trabalhos mais recentes sobre o tema são do ano de 2020, e são, dos 6 trabalhos que tratam do *FEW Nexus*, justamente os 2 que utilizam o termo em seu título, sendo que um usa o termo em inglês, *nexus*, mas claramente trata do mesmo tema. Os outros 4, dos anos de 2018, 2017, 2011 e, o mais antigo, de 2006, respectivamente, não usam o termo nexo, e tratam a água e a energia como recursos integrados que são um fator de custo na produção agrícola.

Cada um dos estudos provém de um Estado brasileiro: Brasília, São Paulo, Ceará, Santa Catarina, Sergipe, Paraíba e Minas Gerais, sendo que o Rio Grande do Sul não teve nenhum trabalho sobre o tema. E, as áreas de pesquisa que geraram as publicações foram Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente, Engenharia Mecânica (2), Engenharia Agrícola (2) e Administração. Dos trabalhos, 2 incluíram a sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável em seus temas ou resumos; no título não houve nenhum, sendo 1 da Engenharia Mecânica e 1 de Administração. O trabalho da área de Administração envolve os benefícios econômicos da integração da criação de bovinos de corte na área de usinas fotovoltaicas, porém não aborda benefícios sociais. Os trabalhos provenientes da área de Desenvolvimento Sustentável, apesar de não usar os termos em seu título, assunto ou resumo, claramente estabelecem a intenção ao descrever o objetivo de compreender as questões da segurança hídrica, energética e alimentar em suas interações e implicações as condições socioambientais.

Quadro 2 – Teses e Dissertações sobre o *FEW Nexus*

Universidade	Defesa	Autor e Trabalho	Título
Universidade de Brasília - Des.Sustentável	2020	Ferreira, Julia Lopes Dissertação	Estudo da Relação entre Dimensões do Nexus Água-Energia-Alimento e a Vulnerabilidade no Submédio Rio São Francisco
Universidade Estadual Paulista - Eng.Mecânica	2020	Moraes dos Santos, Eliana Cristina Tese	O nexo água-alimento-energia aplicado à rede de influência entre as cidades: análise centrada no município de Cunha, São Paulo
Universidade Federal do Ceará - Eng.Agrícola	2018	Feitosa, Erialdo de Oliveira Tese	Balço energético de diferentes sistemas de produção agrícola na região nordeste do Brasil
Universidade do Sul de Santa Catarina - Administração	2017	Sobrosa Neto, Ruy de Castro Dissertação	Vantagens estratégicas da integração de usinas solares fotovoltaicas com fazendas de produção de bovinos de corte no Brasil
Universidade Federal de Sergipe - Des. e Meio Ambiente	2011	Carvalho, Hércules Benzota Dissertação	Automação como suporte à otimização do uso de água e energia na cultura do coco irrigado no município de Neópolis-SE
Universidade Federal de Campina Grande – PB - Eng.Agrícola	2006	Farias, Soahd Arruda Rached Tese	Avaliação de custos de água e energia elétrica para frutíferas irrigadas no Nordeste brasileiro

Fonte: Baseado no BDTD (2021).

Os dois trabalhos desta área contemplam os ODS em sua literatura, um deles (Ferreira, 2020) os utiliza como literatura acessória na construção histórica do desenvolvimento sustentável, e, por fim, um único trabalho (Moraes dos Santos, 2020), aborda os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) tanto na construção histórica, quando como uma perspectiva complementar ao paradigma *FEW Nexus*, usado, nesse caso, como uma abordagem voltada ao desenvolvimento sustentável, e fundamental na construção de sua tese.

Por fim, o levantamento realizado no BDTD corrobora os achados das autoras Wiegleb e Brauns (2018), Newell, Goldstein e Foster (2019), Endo et al. (2017), Fontana et al. (2020) e Mahlknecht, Gónzales-Bravo, Loge (2020), quanto às características da pesquisa sobre o *FEW Nexus*.

DISCUSSÃO

Essa revisão da literatura buscou, também, apoiar a percepção de tendências nos estudos sobre o tema, que podem se tornar sugestões e material de apoio em futuras pesquisas na academia, para agentes públicos e privados interessados no tema, e, principalmente, contribuir no desenvolvimento sustentável.

Ficou demonstrado o potencial do uso da abordagem do *FEW Nexus* na área das Ciências Sociais Aplicadas, incluindo a Administração, utilizando pesquisas qualitativas, bem como sua originalidade e ineditismo como abordagem para o desenvolvimento sustentável. Conforme Bhaduri, Ringler e Mohtar (2015) afirmam, o conceito de *FEW Nexus* ganhou muita atenção, pois os desenvolvimentos em água, energia e alimentos estão cada vez mais interligados por demanda conjunta, evolução de preços, tecnologia e restrições de recursos, sendo ainda mais influenciados pelo comércio, mercados e especulações. Acirraram-se os debates políticos sobre a crise de preços de alimentos, especialmente a ocorrida em 2007, e foi identificado o *tradeoff* entre combustível e alimentos como uma das principais causas subjacentes aos picos nos preços dos alimentos. Um exemplo é conversão de terras agrícolas para a produção de biocombustíveis, que pressiona para cima os preços dos alimentos.

Há carência de estudos que demonstrem como ocorre a gestão de *tradeoffs* envolvendo os recursos hídricos, energéticos para a produção alimentar em nível local, regional, nacional e internacional, conforme evidenciado nos levantamentos bibliográficos. Assim, permite que se investigue a possibilidade da promoção de uma articulação do *FEW Nexus* nesses níveis, ao mesmo tempo que possibilite a participação de atores normalmente excluídos dos estudos, como os produtores, agentes da cadeia de suprimentos e até mesmo o consumidor final.

O campo das ciências exatas, especialmente as engenharias, claramente dominam a produção científica de teses e dissertações pela academia brasileira, conforme a análise a partir do BDTD, envolvendo as interações do *FEW Nexus*.

E, por fim, há uma desigualdade evidente no número de trabalhos desenvolvido pelas ciências sociais e ciências exatas, e isso também reflete no baixo número de trabalhos envolvendo os atores com parcela menor de poder, como, por exemplo, a maioria dos consumidores e pequenos agricultores, que normalmente são abordados pelas ciências sociais aplicadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão da literatura, e pesquisa sobre o *FEW Nexus* pode auxiliar na compreensão do tema, além de identificar lacunas e possibilidades de pesquisa.

A abordagem de *FEW Nexus* voltada ao desenvolvimento sustentável já encontra respaldo em uma base de iniciativas com testes em campo, pesquisa acadêmica e institucional, oferecem *frameworks* que contemplam múltiplos níveis e escalas, assim como diferentes indicadores e tipos de modelagens, com maior uso de dados numéricos, ou que procuram privilegiar questões qualitativas além de permitir tanto abordagens *top-down* quanto *bottom-up*.

Dessa forma, a abordagem de *FEW Nexus* quando aplicada ao desenvolvimento sustentável, pode possibilitar a aproximação com áreas diversas, especificamente com a área de gestão e administração, que via de regra ficam restritas à área de governança ou, restritos setorialmente, aos aspectos de insumos, além de envolver atores que são diretamente afetados, mas que via de regra não participam das decisões de modelagem ou mesmo de uso dos recursos.

Esse estudo pretende, assim, ter demonstrado sua aplicabilidade dentro das ciências sociais, área que utiliza o *FEW Nexus* numa frequência muito menor em comparação às ciências exatas, o que indica o potencial do tema na área da Administração, sendo que a abordagem do *FEW Nexus*, quando corretamente modelada, pode oferecer uma nova perspectiva epistemológica e ontológica na resolução de problemas complexos, como o desenvolvimento sustentável, sendo importante uma discussão sobre o acesso a recursos naturais como alimentos, energia e água. Também é importante o desenvolvimento de uma infraestrutura institucional que possa garantir a governança que interligue recursos, localidades, regiões e países, e que promova políticas públicas de gestão desses recursos de forma integrada, levando em consideração possíveis impactos nas escolhas a serem feitas.

O Brasil e a região da América Latina e Caribe são grandes produtores de alimentos para o mundo e poderiam se beneficiar desses estudos e discussões.

REFERÊNCIAS

BAZILIAN, M.; ROGNER, H.; HOWELLS, M.; HERMANN, S.; ARENT, D.; GIELEN, D.; STEDUTO, P.; MUELLER, A.; KOMOR, P.; TOL, R.S.J.; YUMKELLA, K.K.; **Considering the energy, water and food nexus: towards an integrated modelling approach. Energy Policy**, vol.39, pp.7896-7906. 2011.

BDTD - Banco Digital de Teses e Dissertações. Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/> - Acesso em 05/11/2020.

BHADURI, Anik; RINGLER, Claudia; DOMBROWSKI, Ines; MOHTAR, Rabi; SCHEUMANN, Waltina. Sustainability in the water–energy–food nexus, **Water International**, 40:5-6, 723-732. 2015.

CAI, Ximing; WALLINGTON, Kevin; SHAFIEE-JOOD, Majid; MARSTON, Landon. Understanding and managing the food-energy-water nexus – opportunities for water resources research. **Advances in the Water Resources**, 111, 259-273, 2018.

CAIRNS, R., KRZYWOSZYNSKA, A. Anatomy of a buzzword: the emergence of ‘the water-energy-food nexus’ in UK natural resource debates. **Environmental Science & Policy**, 64, 164–170. 2016

COHEN, S. J.; ALLSOPP, T. R. The potential impacts of a scenario of CO₂-induced climatic change on Ontario, Canada. *Journal of Climate*. 1 669–81. 1988.

ENDO, Aiko; TSURITAB, Izumi; BURNETT, Kimberly; ORENCIO, Pedcris M. A review of the current state of research on the water, energy, and food nexus. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, 11, 20–30, 2017.

FAO, The Water–Energy–Food Nexus: a new approach in support of food security and sustainable agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2014.

FAO, Water for Sustainable Food and Agriculture: a report produced for the G20 Presidency of Germany. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2017.

FONTANA, MICHELE D.; MOREIRA, Fabiano de A.; DI GIULIO, Gabriela M., MALHEIROS, Tadeu F.; The water-energy-food nexus research in the Brazilian context: what are we missing?. **Environmental Science & Policy**, vol.112, 172-180. 2020.

FORAN, T. Node and regime: interdisciplinary analysis of water-energy-food nexus in the Mekong region. **Water Alternatives**. Vol.8. 655–674. 2015.

HOFF, Holger; Understanding the Nexus. Background Paper for the Bonn2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus. **Estocolmo, Suécia: Stockholm Environment Institute (SEI)**, 2011.

HOWELLS, M., HERMANN, S., WELSCH, M., BAZILIAN, M., SEGERSTRÖM, R., ALFSTAD, T., et al.,. Integrated analysis of climate change, land-use, energy and water strategies. **Nature Climate Change**. 3 (7), 621. 2013.

MAHLKNETCH, Jürgen; GONZÁLES-BRAVO, Ramon; LOGE, Frank J.; Water-energy-food security: A Nexus perspective of the current situation in Latin America and the Caribbean. **Energy**, 194. 2020.

MIRZABAEV, A., GUTA, D., GOEDECKE, J., GAUR, V., BÖRNER, J., VIRCHOW, D., DENICH, M. AND VONBRAUN, J. Bioenergy, food security and poverty reduction: trade-offs and synergies along the water–energy–food security nexus. **Water International**, 40 (5/6), 772–790, 2014.

MOHTAR, R.H. e DAHER, B.; Water, Energy, and Food: The Ultimate Nexus. Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering, 2ª Edição. Taylor & Francis. 2012.

MOHTAR, R.H. e DAHER, B.; A Platform for Trade-off Analysis and Resource Allocation: The Water-Energy-Food Nexus Tool and its Application to Qatar's Food Security. *Water International*. 2014.

MORAES DOS SANTOS, Eliana C. O nexo água-alimento-energia aplicado à rede de influência entre as cidades: análise centrada no município de Cunha, São Paulo. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo. 2020.

NEWELL, Joshua P.; GOLDSTEIN, Benjamin; FOSTER, Alec. A 40-year review of food–energy–water nexus literature and its application to the urban scale. **Environmental Research Letters**, 14 (7). 2019.

ONU. Organização das Nações Unidas. UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **Work of the statistical commission pertaining to the 2030 agenda for sustainable development. 2030 Agenda for sustainable development.** New York: Reaffirming its resolution 70/1 of 25 September 2015, by which the General Assembly adopted the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution n. 71/313, Jul. 6, 2017. New York: 2017.

RAYA, Marina S.; MOTHAR, H.; DAHER, Bassel; IRUJO, Antonio E.; HILLERS, Astrid; GANTER, J.; KARLBERG, Louise; MARTIN, Liber; NAIRIZI, Saeed; RODRIGUEZ, Diego J.; SARNI, Wil; Water–energy–food nexus: a platform for implementing the Sustainable Development Goals, **Water International**, 2018.

WEF, 2011. World Economic Forum. 2011. Global Risks 2011 (Sixth Edition), World Economic Forum, Suíça, 2011. Disponível em: <http://reports.weforum.org/global-risks-2011/> - acesso em 12/04/2021

WIEGLEB, Viviana, BRUNS, Antje. What is driving the Water-Energy-Food Nexus? Discourses, knowledge and politics of an emerging resource governance concept. **Frontiers in Environmental Science**. 6, 128. 2018.

ZHANG, Chi; CHEN, Xiaoxian; LI, Yu; DING, Wei; FU, Guangtao. Water-energy-food nexus: Concepts, questions and methodologies. *Journal of Clear Production*, 195, pp.625-639. 2018.