

( ) Graduação (X) Pós-Graduação

## **ANÁLISE DAS PESQUISAS NO SETOR ENERGÉTICO COM ÊNFASE NOS PROBLEMAS DE POLUIÇÃO AMBIENTAL: uma revisão bibliométrica**

**Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi,**  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,  
mirian\_bortoluzzi@ufms.br

**Simone Geitenes Colombo,**  
Universidade Federal de 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

**Gilberto G. Facco**  
Universidade Anhanguera - UNIDERP,  
gilbertofacco@hotmail.com

### **RESUMO**

A análise bibliométrica é uma técnica para medir índices de produção e disseminação do conhecimento. Sendo assim, o conhecimento gerado pela comunidade acadêmica é de suma importância para a tomada de decisões em diversas áreas, incluindo a área ambiental. Tal área configura-se como um dos campos no qual se desenvolvem decisões, que podem ser analisadas sob uma abordagem complexa e em vários setores, como o setor de energia foco dessa análise. Sendo assim, este artigo tem como objetivo realizar uma revisão bibliométrica acerca da produção científica sobre as pesquisas no setor energético dando ênfase aos problemas de poluição ambiental durante o período de 2009-2019. Por meio de tal análise, é possível ter inferências sobre o estado da arte, apontando possíveis direções para futuras pesquisas e compreendendo o que está sendo pesquisado sobre o tema. Foi utilizada a base de dados *Web of Science*<sup>TM</sup>, no período de 2009-2019, para a busca de documentos, dos quais foram analisados a partir de técnicas descritivas, bem como realizado um estudo da evolução, redes e *clustering* das palavras-chave. Como resultado, a análise bibliométrica demonstrou, por meio de gráficos e tabelas que relacionam os principais autores, periódicos, países e palavras-chave, que os recursos de energia renovável vem sendo amplamente estudados e implantados como alternativa em larga escala para atender aos requisitos de aumento da demanda de energia, e uma maneira de mitigar os poluentes ambientais.

**Palavras-chave** Energia Renováveis, Poluição Ambiental; Sustentabilidade; Bibliometria

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das preocupações mundiais para alcançar o desenvolvimento sustentável é mitigar a poluição ambiental em vários setores da economia (YILDIZ, 2019). E no setor energético, a geração de energia não renováveis é uma das principais questões que induzem os problemas de poluição ambiental (CESPRINI, et al, 2020). A geração de energia de combustíveis fósseis convencionais foi identificada como a principal culpada pela degradação da qualidade ambiental e poluição ambiental (TAN et al, 2012).

De acordo com International Energy Agency (IEA) (2017), o setor energético é responsável por 90% do CO<sub>2</sub> global, e a combustão de combustíveis fósseis se destaca como a principal causa antropogênica das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE).

Diante desta perspectiva, vários estudos apresentam os recursos de energia renovável como alternativa a ser implantados em larga escala para atender aos requisitos de aumento demanda de energia (United Nations, 2019), e uma maneira de mitigar os poluentes ambientais, e o uso de material na geração de energia renováveis e remediação ambiental (Fadlalla et al., 2020) e obter benefícios socioeconômicos para desenvolvimento (ZIA; ELBOUCHIKHI; BENBOUZID, 2018).

O tema não é só atual como também é de interesse de vários pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento. Um exemplo disso, é que ao realizar uma busca rápida com o termo “*Energy*” e “*environmental pollutants* ou *CO<sub>2</sub> emission*” na base *Web of Science*, tem-se como resultado a publicação de mais de 27 mil artigos científicos. Dentre estas publicações, tem-se observado uma grande quantidade de artigos científicos sobre diferentes formas de abordagens no contexto energético sob aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Observa-se que a área de estudo de no setor energético e os problemas de poluição ambiental é relevante e de potencial avanços empíricos. Entretanto, para entender melhor a estado-da-arte desta relação teórica e apontar futuras oportunidades de estudo, torna-se viável uma revisão bibliométrica sobre o tema.

Atualmente, pode-se observar que a literatura tem como foco revisões de literatura sobre problemas de poluição ambiental associado ao campo energético que envolvem buscas empíricas e teóricas de conceitos gerais (Newman; Bonino; Trainham, 2018), sobre a relação entre as mudanças climáticas e as inovação energética (Yildiz, 2019), consumo de energia e emissões de carbono (Yang; Zhao, 2014), economia de energia e redução de emissões de carbono (Huang; Xue; Wang, 2010), consumo de energia e poluentes ambientais (Jafari;

Othman; Nor, 2012) com foco em indústria para conservação de energia e redução da poluição da água (ZHANG; CHEN; WEN, 2012).

Portanto, este estudo torna-se justificável pois tem como conceitos bases as pesquisas no setor energético com ênfase nos problemas de poluição ambiental, podendo ser considerado como um campo relevante e de oportunidades de pesquisa futuras.

Assim, o objetivo deste artigo é realizar uma revisão bibliométrica acerca da produção científica sobre as pesquisas no setor energético dando ênfase aos problemas de poluição ambientais durante o período de 2009-2019. Por meio de tal análise, é possível ter inferências sobre o estado da arte, apontando possíveis direções para futuras pesquisas e compreendendo o que está sendo pesquisado sobre o tema.

Na seção 2 é apresentado uma revisão sistemática bem como os relatos dos principais trabalhos encontrados. Na seção 3 é apresentado o método de pesquisa e a técnica utilizada no artigo. Na seção 4 são apresentados Resultados e discussão. Por fim, na seção 5 são destacadas as principais contribuições do artigo para os temas em estudo, bem como as limitações e futuras pesquisas.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Kitchenham; Charters (2007) definiram uma revisão sistemática como um estudo estruturado de artigos e publicações científicas que abordam os termos de uma pesquisa em um ou mais tópicos por meio de um protocolo predefinido. A definição do protocolo de pesquisa em uma revisão sistemática inclui análises quantitativas e qualitativas da análise do autor, ampliando a base de dados sobre a questão dos tópicos, dados científicos mais pesquisados e os critérios de seleção e avaliação (AHMED et al. 2018).

Sob esta perspectiva, Cancino et al. (2017) mencionam que as medidas bibliométricas são úteis para representar os materiais bibliográficos coletados durante a revisão. Petticrew e Robert (2008) argumentaram que as revisões sistemáticas podem oferecer comparações de estudos antigos, agregando amostras de bancos de dados diferentes, o que permite encontrar resultados mais relevantes e atualizados.

Nos últimos anos, houve um aumento no número de estudos científicos que utilizam as revisões sistemáticas como método principal. No entanto, no caso dos problemas de poluição ambientais associado ao setor energético como uma análise quantitativa, foram poucas contribuições para esse tópico, por exemplos: Gao et al (2018) realizaram uma revisão

sistemática sobre saúde pública e redução emissões GEE, usando quatro bancos de dados científicos até março de 2015 e analisou 36 artigos relevantes. Os autores identificaram estratégias de mitigação de GEE no da geração de energia que favorecem o Co- benefícios para a saúde pública.

Rasli et al (2018) avaliaram empiricamente estudos sobre emissão de CO<sub>2</sub> em países desenvolvidos e em desenvolvimento no período entre 1995 e 2013. Os autores identificaram que na maioria dos casos analisados a demanda de energia diretamente associados aos poluentes atmosféricos que deterioram o ambiente natural.

Kang et. al (2020) realizaram uma revisão sistemática considerando o período entre 2015 e 2019 para identificar possíveis lacunas de pesquisa com ênfase na heterogeneidade do processo energético, tempo escala, localização geográfica, tecnologia energética e setor de uso final em questão, com ênfase em questões relacionadas à mitigação das mudanças climáticas.

Sun et al (2020) investigaram os artigos sobre distribuição de fontes de poluentes em diferentes mídias ambientais no período entre 2008 e 2018, fornecendo uma comparação e um resumo das categorias de fontes de poluentes ambientais, com foco especial nos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP) distribuídos usando *positive matrix fractionation* (PMF). Os autores concluíram que estratégias de redução dos poluentes ambientais devem se concentrar nas mudanças na estrutura energética e nas atividades industriais, especialmente na China. Alguns dos trabalhos que utilizaram uma revisão sistemática no campo energético com ênfase nos problemas de poluição ambiental estão resumidos em ordem cronológica no Quadro 1.

**Quadro 1: Resumo dos trabalhos de revisão sistemática no campo energético com ênfases nos problemas de poluição ambiental**

<b>Autor (Ano)</b>	<b>Foco da revisão</b>
Himri et al (2009)	Apresentaram uma revisão em 2009 sobre o potencial uso da energia eólica na Argélia, sendo uma alternativa promissora de resolver o problema de poluição ambiental
Rajeshwar; Tacconi (2009)	Abordaram uma síntese de combustão em solução de semicondutores de óxido para conversão de energia solar e resolver poluentes ambientais causada pelas gerações de energia não renováveis.
Wu; Xie (2010)	Revisaram as estratégias de aplicação de óxidos de vanádio para utilização eficiente de energia
Tan et al (2012)	Abordaram as aplicações de nanotubos de carbono na conversão de energia e no monitoramento ambiental e tratamento de águas residuais para a detecção e remoção de poluentes gasosos, patógenos, corantes, metais pesados e pesticidas
Hosseini; Wahid (2013)	Abordaram o esgotamento de combustíveis fósseis e a poluição ambiental e a necessidade de meios alternativo de fonte renovável de energia.
Wang; Tade; Shao (2015)	Apresentaram uma revisão dos elementos perovskitas para geração de energia fotovoltaica e a poluição da água devido ao seu corante
Tan et al (2017)	Apresentaram uma revisão da ativação do biocarvão e as múltiplas aplicações para tratamento da poluição das águas e seu potencial uso no armazenamento de energia e além de outras aplicações para resolver alterações para solo contaminado e gerenciamento de sedimentos.
Zia; Elbouchikhi; Benbouzid (2018)	Realizaram revisão crítica sobre métodos, soluções e perspectivas dos sistemas de gerenciamento de energia de micro redes, como uma maneira mitigar os poluentes ambientais e obter benefícios para a sustentabilidade desenvolvimento
Dehghani-Sanij et al (2019)	Apresentaram um estudo de sistemas de armazenamento de energia e os principais desafios ambientais de baterias.
Datta; Hurlbert (2019)	Abordaram as lacunas no conhecimento sobre as práticas de gerenciamento de energia das comunidades indígenas.
Wang et al (2019)	Apresentaram uma visão geral sobre fotocatalisadores com nitreto e nitrogênio para aplicações em energia e ambientais com ênfase no uso de hidrogênio a partir da água, na remoção de poluentes ambientais e redução de dióxido de carbono.
Xu et al (2019)	Abordaram uma revisão abrangente da atual tecnologia de vapor solar, melhorando conversão fototérmica e reduzindo a poluição da água e promovendo dessalinização da água do mar.

Fonte: Esta Pesquisa (2021)

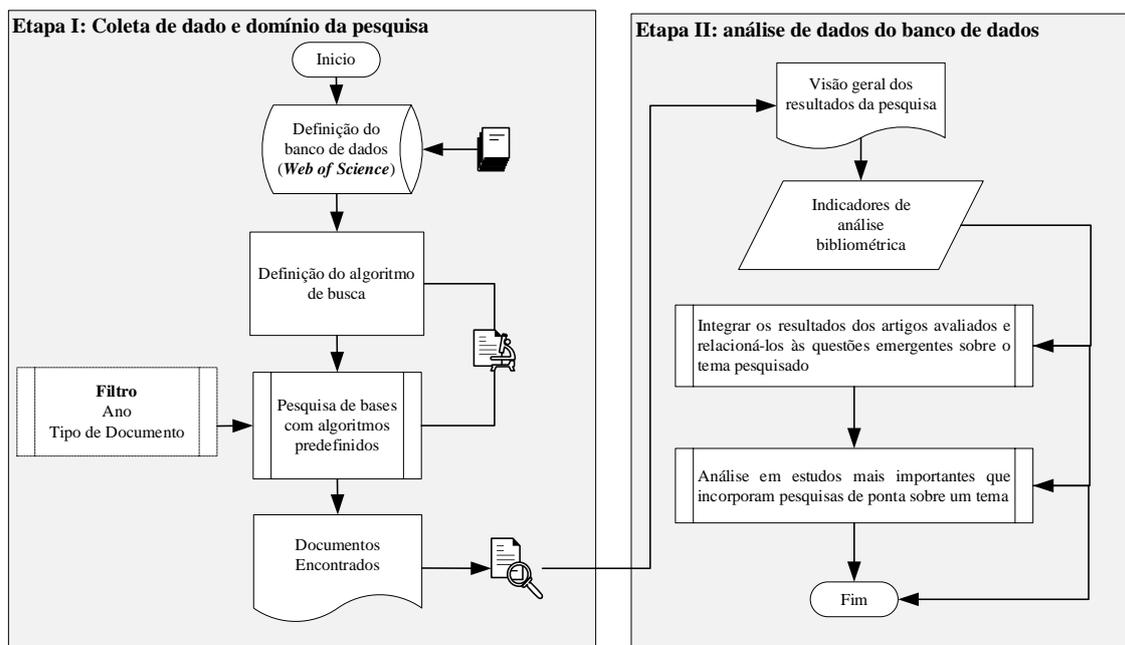
As revisões sistemáticas indicam que muitos autores estudam várias aplicações no setor de energia enfatizando uma relação entre geração de energia e os problemas de poluição ambiental, como por exemplo uso de materiais menos poluentes, formas de mitigar os poluentes ambientais, maneiras de armazenagem de energias de forma sustentável. No entanto, não há uma revisão bibliométrica acerca da produção científica com ênfase aos problemas de poluição ambiental no contexto energético. Portanto, a principal contribuição deste trabalho é que realiza uma revisão sistemática e análise bibliométrica dos literatura sobre gerenciamento no contexto energético e os problemas de poluição ambiental nos

últimos dez anos (de 2009 até 2019), de pesquisa revisada por pares, usando a metodologia descrita na próxima seção.

### 3 MATERIAL E MÉTODO

O método de pesquisa seguiu as etapas da revisão de literatura proposta por Seuring e Müller (2008). A metodologia da pesquisa foi realizada em duas etapas principais: na primeira etapa, foi feita a definição da coleta de material e do domínio da pesquisa; e na segunda etapa, na análise dos dados da base de dados do conhecimento, a fim de identificar novas lacunas e oportunidades. para pesquisas futuras sobre o tema (Figura 1).

**Figura 1: Etapas da pesquisa**



Fonte: Esta pesquisa (2021)

Para a coleta dos dados, foi utilizado a coleção principal da base *Web of Science*<sup>TM</sup>, realizando-se a busca com os seguintes termos: Tópico: ("water pollution" or "land pollution" or "soil pollution" or "pollutant sources" or "environmental pollutants") e Título: ("energy" or "energy production" or "energy consumption"). A busca foi então refinada para os documentos do tipo "article" e "proceedings paper" e "review", nos últimos dez anos (2009 até 2019). Um total de 140 documentos foram encontrados na busca, e foram organizados com o auxílio do *software* de gerenciamento de referências, *EndNote*<sup>®</sup>.

Na etapa de análise dos dados, os 140 documentos foram primeiramente analisados de forma descritiva, para identificar o número de publicações por ano, o número de citações por ano, os autores mais citados e o número de publicações, os periódicos, bem como os países mais frequentes.

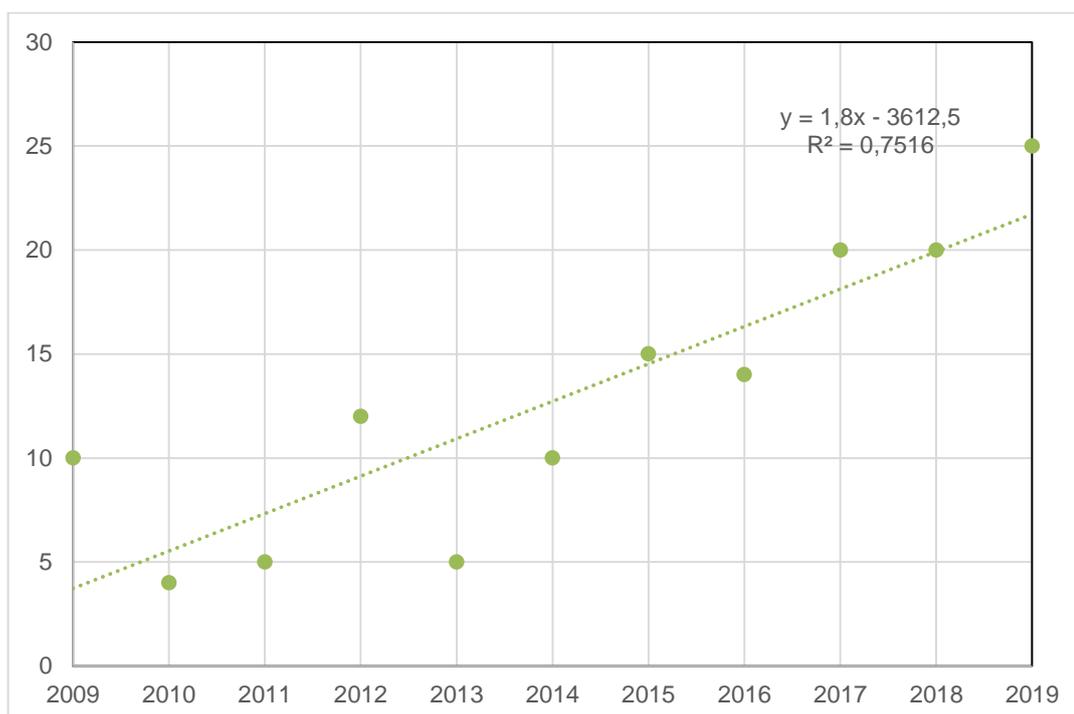
Por fim, utilizou-se de alguns softwares de visualização analítica e aplicativos baseados na Web (como a ferramenta *biblioshiny*, um pacote de análise bibliométrica disponível no *software R Studio*®; *Microsoft Excel*®) para facilitar a apresentação dos resultados (Aria & Cuccurullo, 2017).

#### **4 RESULTADOS**

Nesta seção, os estudos revisados são classificados de acordo com as seguintes características: (i) Evolução da produção científica por ano; (ii) Número de artigos publicados por ano; (iii) produções científicas mais relevantes por países; (iv) fontes e campos de conhecimento mais relevantes.

O primeiro resultado observado se refere à taxa de crescimento anual de publicações na amostra coletada. Pode-se observar que na amostra selecionada, houve uma taxa anual de crescimento de 9,6% em publicações na entre 2009 e 2019 área de estudo (Figura 2).

Figura 2: Evolução da produção científica por ano (2009 – 2019)

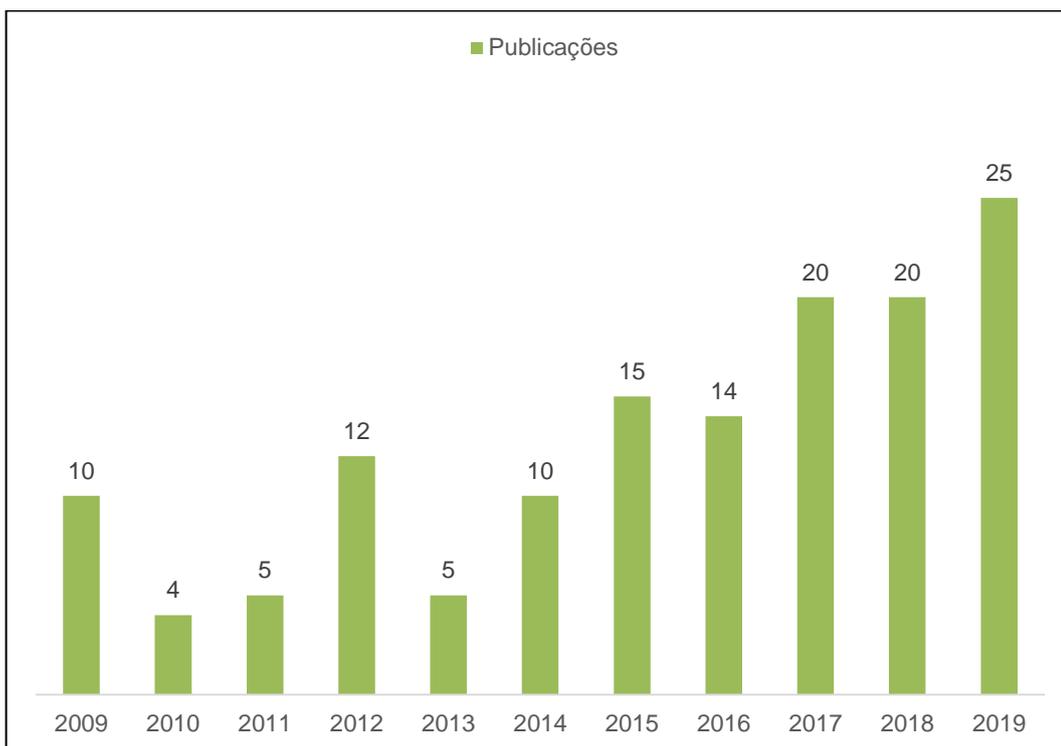


Fonte: Esta pesquisa (2021)

A segunda informação analisada, Figura 2, ilustra a quantidade de publicação de forma a contextualizar as produções de conhecimento ao longo do tempo. Como pode ser observado, o número de publicações tem aumentado ao longo dos últimos anos.

De acordo com Kang et. al. (2020), estudos relacionando questões relacionadas à mitigação das mudanças climáticas e poluição ambiental em vários setores, em especial ao setor energético, devido as emissões de poluentes, vêm crescendo nos últimos anos, pois apresenta grande potencial de alavancar o planejamento das ações e políticas públicas no setor de energia. Alguns trabalhos já propõem e discutem essa temática, apresentando levantamentos teóricos e resultados empíricos.

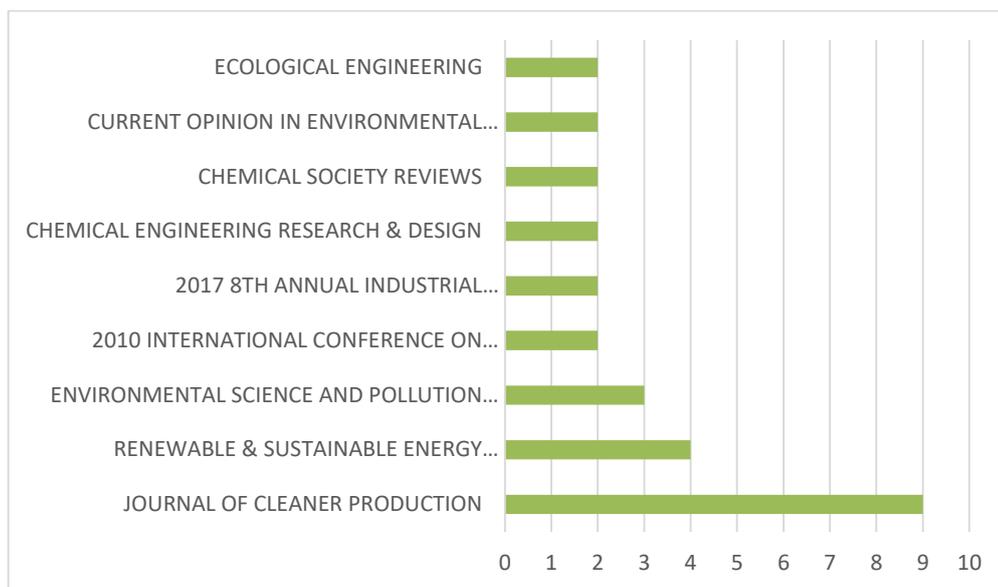
Figura 3: Número de artigos (140) publicados por ano (2009–2019)



Fonte: Esta pesquisa (2021)

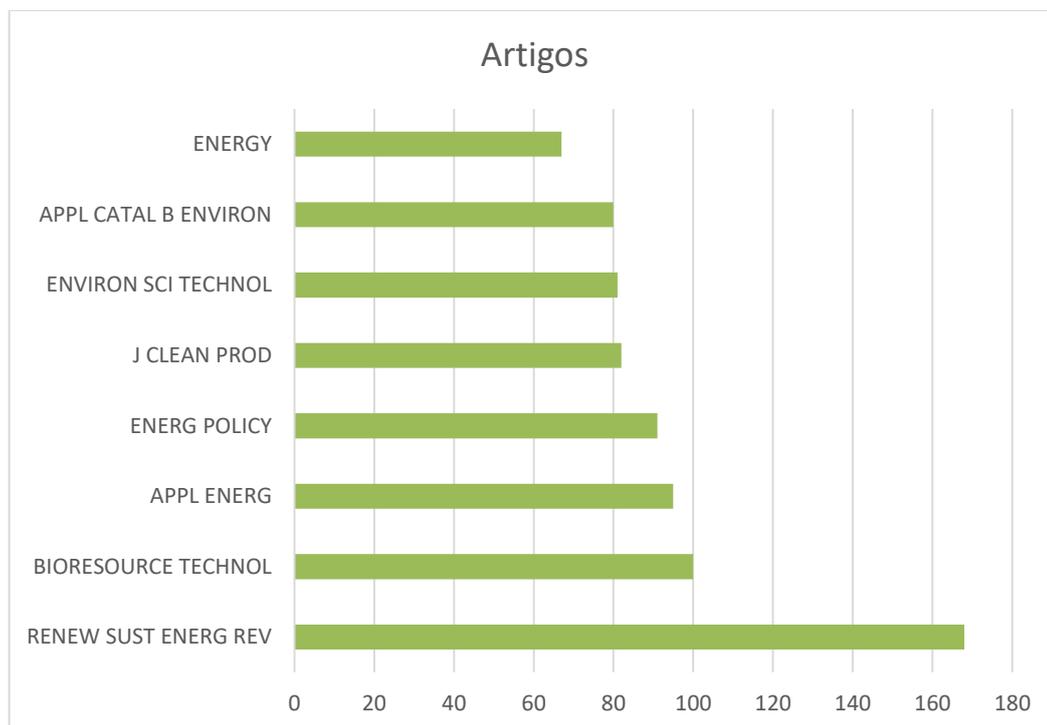
O destaque dos periódicos é “*Journal of Cleaner Production*” em que foram computados na amostra de estudo 9 artigos conforme a figura 4. É um número expressivo tendo em vista que outros periódicos que alcançaram a marca entre 4 e 3 artigos: “*Renewable & Sustainable Energy Reviews*” e “*Environmental Science And Pollution Research*”, respectivamente, os demais periódicos marcam 2 artigos publicados. Estes resultados podem indicar que tais periódicos têm sido vistos como as melhores alternativas para divulgação de estudos sobre o campo energético e os problemas de poluição ambiental, ampliando o número de leitores.

**Figura 4: Número de artigos e periódicos (2009–2019)**



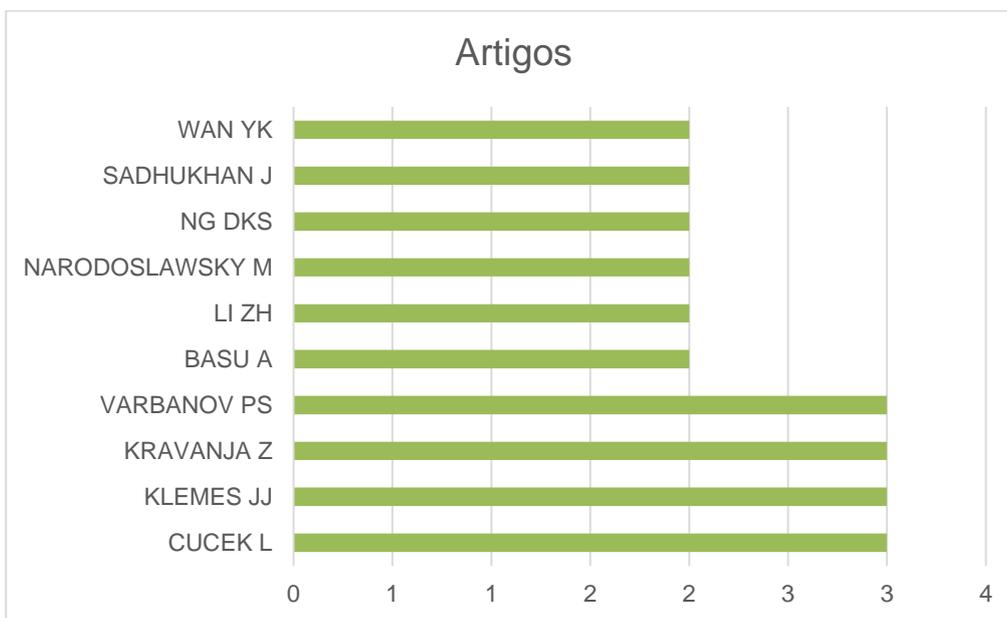
Fonte: Esta pesquisa (2021)

**Figura 5: As 10 fontes mais citadas (dos 140 artigos)**



Fonte: Esta pesquisa (2021)

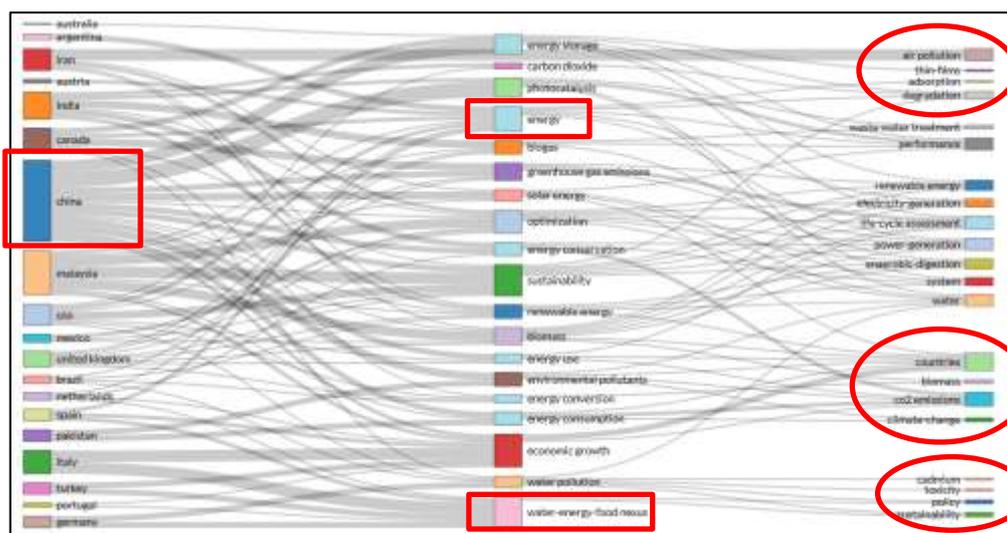
Figura 6: Os 10 autores mais relevantes com base nos 140 artigos



Fonte: Esta pesquisa (2021)

Por fim, tendo sido destacados os países dos autores e palavras-chave torna-se interessante analisar estas três categorias conjuntamente. Assim, a Figura 7 a seguir mostra como cada autor se relaciona com autores de seu e de outros países, além das palavras-chave normalmente utilizadas pelos autores mais produtivos na amostra.

Figura 7: Relação entre países e as palavras-chave



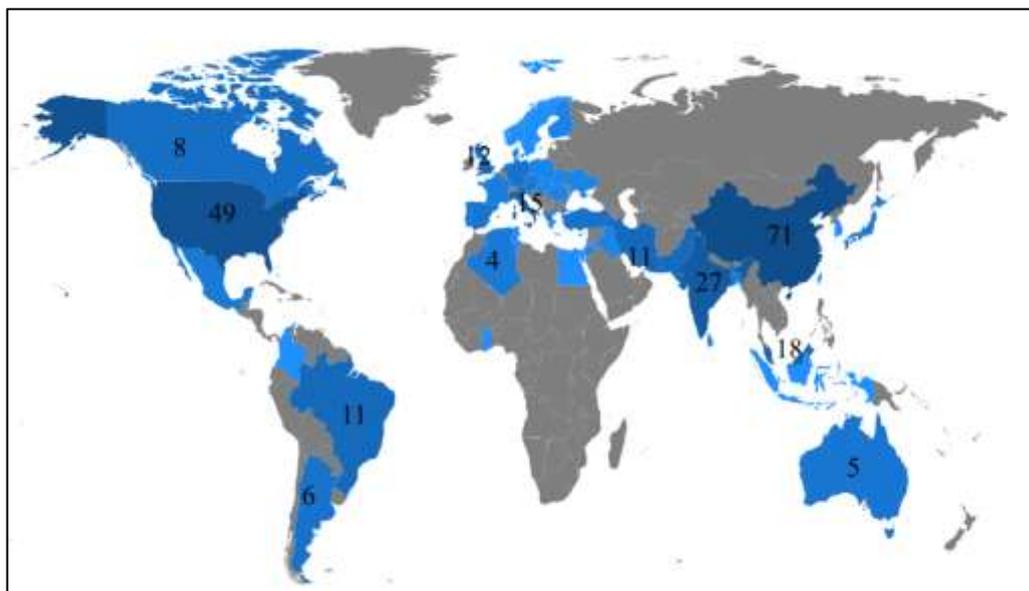
Fonte: Esta pesquisa (2021)

Os impactos mais significativos na biodiversidade e no meio ambiente, resultantes da

geração de energia elétrica utilizando combustíveis fósseis conforme os estudos apresentados na literatura associando os países e as palavras chaves, estão relacionados a possíveis emissões atmosféricas de CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono), NO<sub>x</sub> (Óxidos de Nitrogênio), SO<sub>2</sub> (Dióxido de Enxofre), poluição da água e Material Particulado (Figura 7). Sendo assim, observa-se que as pesquisas elencadas nesse estudo, as mesmas trazem e apresentam que entre as muitas atividades humanas que produzem gases de efeito estufa, o uso de energia obtida por meio dos combustíveis fósseis representa de longe a maior fonte de emissões, além poluição da água e mudanças climáticas.

Na Figura 8 a seguir, observa-se a quantidade de publicação entre autores de diferentes nações. De fato, autores de China, Estados Unidos e Índia possuem a maior rede de contribuições em pesquisa no tema de estudo no setor energético com ênfase nos problemas de poluição ambientais. No entanto, estes países produzem mais de dois terços de sua eletricidade e calor através da combustão de carvão (IEA, 2017), havendo assim uma certa preocupação no contexto da poluição ambiental. Corroborando com tais informações (Sun et al (2020) afirmaram que as pesquisas no contexto da poluição ambiental tornou-se mais global com base no fato de que as publicações cobriram diferentes regiões do mundo, especialmente na China, por ser um dos países que mais contribuem para a poluição ambiental, necessitando assim de estratégias e ações que visem a redução dos poluentes e resíduos.

**Figura 8: Produções científicas por países**



Fonte: Esta pesquisa (2021)

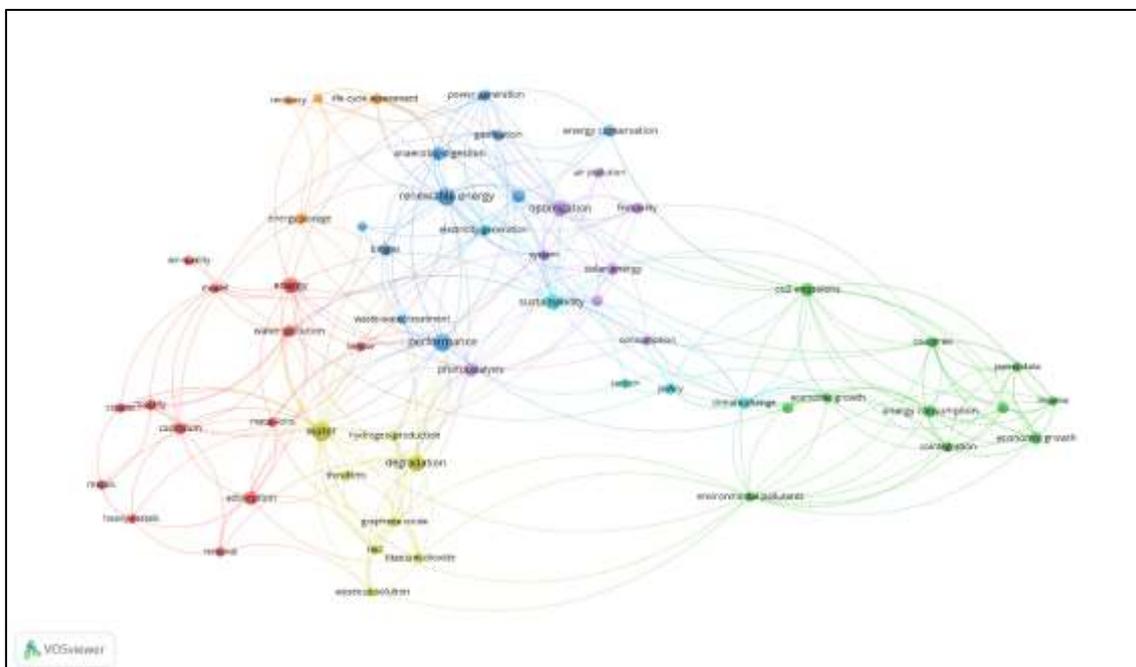
A fim de encontrar os estudos que são referência na área ambiental no setor energético, torna-se importante verificar se há algum padrão nas palavras-chave que os autores utilizam. A Figura 9 mostra a distribuição da rede de palavras-chave em sete *clusters* considerando que cada palavra-chave presente na rede possui ao menos três citações.

A Figura 9 mostra a distribuição da rede de palavras-chave em quatro *clusters* considerando que cada palavra-chave presente na rede possui ao menos duas citações.

Pela figura, é possível ver o destaque das palavras “*Water*” e “*Renewable Energy*”. A palavra “*Renewable Energy*” refere-se às múltiplas formas de ligar aos termos “*sustainability*” e “*Environment*”. Estas duas palavras possuem conexão com a maioria das palavras presentes em outros clusters. Assim, é possível verificar a tendência de autores em utilizar as palavras “*Renewable Energy*” como síntese de seus estudos.

Ainda é possível verificar a presença da palavra “*CO2 emission*” nos diferentes *clusters*. Independentemente tipo de energia utilizado, a aplicação do termo sustentabilidade e questões sobre poluição ambiental tem sido aplicada conjuntamente abordando temas de energia renovável, tecnologia e sustentabilidade.

**Figura 9: Visualização das redes e *clustering* das palavras-chave**



Fonte: Esta pesquisa (2021)

Pela figura 9, é possível ver o destaque das palavras “*Energy*”, “*CO<sub>2</sub> emissions*”, “*Water*”, “*Performance*”, “*Renewable energy*”, “*Optimization*” e “*Sustainability*”. Estas

palavras estão no centro de cada cluster formado assim as redes de conexão. Assim, é possível verificar a tendência de autores em utilizar as palavras “*Renewable Energy*” e “*Water*” como síntese de seus estudos com ênfase na sustentabilidade. Ao analisar o Cluster 1 formado pelas palavras em vermelho, nesse cluster observa-se termo “*Energy*” e nessa rede tem-se uma forte associação dos termos com metais pesados, poluição da água, poluição do ar, cádmio e a toxicidade da geração de energia com base na queima de combustível fosseis.

## 5 DISCUSSÃO

Com base na revisão bibliométrica sobre os problemas do setor energético ligados aos problemas de poluição tiveram como um dos principais objetivos, verificar as publicações mais utilizadas na área ambiental e com aspecto voltado a poluentes e poluição, principalmente no contexto qual itens são analisado, ao se tratar das novas tecnologias que surgem e qual é a preocupação sobre os resíduos futuro com o descartes dos materiais usados, como tipos de materiais usados nas placas solares, turbinas e pás eólicas, pois todo material tem ciclo de vida, e então como a literatura vem abordando esses aspectos, assim dando suporte à metodologia descrita no trabalho. Entretanto, poucos artigos sobre uso dos materiais na confecção e/ou produção dos equipamentos usados nas placas ou pás eólicas foram encontrados utilizando o termo mais amplo “*Sustainability*” em seus respectivos títulos, resumos ou palavras-chave.

Neste sentido, foi feita uma outra busca para compor os trabalhos correlatos, ou seja, procurou-se termos diretamente ligados à emissão de CO<sub>2</sub> e contaminação do solo e água, bem como resíduos dos tipos de tecnologias usadas para geração de energia limpa e sustentável para análise e descrição da literatura sobre este tópico específico, bem como mencionado por Rajeshwar et al. (2019). Ressalta-se que esta avaliação teve o intuito de encontrar os potenciais lacunas a serem investigadas, com atenção especial às tarefas de das empresas do setor elétrico utilizadas na descoberta de conhecimento no campo da sustentabilidade conjunto de critérios utilizados para atender ao futuro (DEHGHANI-SANIJ et al., 2019).

Além disso, foi demonstrado ao longo desta revisão que falta uma avaliação sustentável ao nível dos equipamentos usados para processo de produção das tecnologias renováveis e quais os serão os impactos dos resíduos gerado dos materiais para o ambiente o que corrobora com a pesquisa de Datta et al, (2019). Tem sido considerado como trabalho

futuro avaliar a implementação de tecnologias de geração renováveis de energia como os materiais usados nas placas solares, nas pás de geração eólicas, em ambientes reais do ponto de vista ambiental, social e econômico, tendo como referencial metodológico a combinação ciclo de vida desses materiais e como se dará a reciclagem desses materiais de uma abordagem integral conforme mencionado no trabalho de Zhang et al., (2012). Sendo assim, com base nessa revisão é possível fazer uma análise sobre um futuro orientado a produção sustentável e consumo, selecionando as tecnologias adequadas com o maior grau de sustentabilidade para instalação de sistemas eólicos e solares para eletricidade abastecimento em áreas rurais e urbano que possibilite um sistema sustentável e benefícios para o desenvolvimento sustentável, regional e nacional.

## **6 CONCLUSÃO**

O presente estudo analisou 140 artigos relacionados ao setor de energia e poluição ambiental publicadas entre 2009 e 2019 por meio de uma revisão sistemática baseada nas estruturas de Seuring e Müller (2008). Com base na metodologia de pesquisa proposta, o campo da foi constatado que a poluição ambiental foi investigada significativamente no contexto do setor energético, mostrando um ligeiro crescimento a partir de 2017 e maior interesse nos últimos três anos (20, 20, 25 em 2017, 2018 e 2019, respectivamente; Figura 3). Como esperado, periódicos que combinam temas relacionados à sustentabilidade e ciências ambientais publicou a maioria dos artigos, com interesse especial em formas de mitigar a poluição ambiental no contexto energético.

Os resultados obtidos neste artigo permitem que os pesquisadores usem as referências e tendências identificadas para orientar futuras pesquisas relevantes neste explorando lacunas em relação aos problemas de poluição ambiental no contexto energético citadas aqui. Assim, pessoas ligadas ao setor de energia e acadêmicos podem usar este estudo para encontrar novas abordagens para mitigar a poluição ambiental, causando impacto nos níveis local e mundial, utilizando os problemas atuais mais comumente investigados como referência mencionada ao longo dessa pesquisa.

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 análise de conteúdo, para uma melhor compreensão do assunto,

identificando as lacunas existente na literatura e assim propor melhorias, ou resolução de problemas relacionados com o setor de energia, além de desenvolver diretrizes e prática para alcançar o desenvolvimento sustentável é mitigar a poluição ambiental.

## 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 da Universidade Anhanguera-Uniderp.

## REFERÊNCIAS

- AHMED, Y. A., AHMAD, M. N., AHMAD, N.; ZAKARIA, N. H. Social media for knowledge-sharing: A systematic literature review. **Telematics and Informatics**, 37, 72–112, 2018.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, 11(4), 959-975, 2017.
- CANCINO, C., MERIGÓ, J. M., CORONADO, F., DESSOUKY, Y.; DESSOUKY, M. Forty years of computers & industrial engineering: A bibliometric analysis. **Computers and Industrial Engineering**, 113, 614–629, 2017.
- CESPRINI, E., RESENTE, G., CAUSIN, V., URSO, T., CAVALLI, R.; ZANETTI, M. *Energy recovery of glued wood waste – A review*. **Fuel**, 262, 116520, 2020.
- DATTA, R.; HURLBERT, M. Energy management and its impacts on indigenous communities in Saskatchewan and Alberta A scoping review. **International Journal of Energy Sector Management**, 13, n. 4, p. 1088-1106, Nov 2019.
- DEHGHANI-SANIJ, A. R.; THARUMALINGAM, E.; DUSSEAUULT, M. B.; FRASER, R. Study of energy storage systems and environmental challenges of batteries. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, 104, p. 192-208, Apr 2019.
- FADLALLA, M. I.; KUMAR, P. S.; SELVAM, V.; BABU, S. G. Emerging energy and environmental application of graphene and their composites: a review. **Journal of Materials Science**, 55, n. 17, p. 7156-7183, Jun 2020.
- GAO, J., KOVATS, S., VARDOULAKIS, S., WILKINSON, P., WOODWARD, A., LI, J., ... LIU, Q. (2018). Public health co-benefits of greenhouse gas emissions reduction: A systematic review. **Science of The Total Environment**, 627, 388–402.
- HUANG, J. H.; XUE, Y. W.; WANG, X. P. **Evaluation Criteria on Coal Processing Enterprise: Energy Saving and Emission Reduction**. 2009. 543-546 p. (Advances in Management of Technology, Pt 2. 978-1-921712-00-5.

HIMRI, Y.; STAMBOULI, A. B.; DRAOUI, B.; HIMRI, S. Review of wind energy use in Algeria. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, 13, n. 4, p. 910-914, May 2009.

HOSSEINI, S. E.; WAHID, M. A. Feasibility study of biogas production and utilization as a source of renewable energy in Malaysia. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, 19, p. 454-462, Mar 2013.

IEA - International Energy Agency. CO2 emissions from fuel combustion- Highlights 2017. [Online]. Disponível em: <https://webstore.iea.org/co2-emissions-from-fuel-combustion> [Acessado em: 19 de abril de 2020].

NEWMAN, J.; BONINO, C. A.; TRAINHAM, J. A. The Energy Future. In: Doherty, M. F.; Segalman, R. A., et al (Ed.). **Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering**, Vol 9, 2018. v. 9, p. 153-174. (Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering).

UNITED NATIONS. **Sustainable development goals**.2019. Disponível em: < <https://sdgs.un.org/goals> >. Acesso em 21 de marc. 2021

KANG, J.-N., WEI, Y.-M., LIU, L.-C., HAN, R., YU, B.-Y., & WANG, J.-W. (2020). *Energy systems for climate change mitigation: A systematic review*. *Applied Energy*, 263, 114602.

PETTICREW, M.; ROBERTS, H. Systematic reviews in the social sciences: A practical guide. *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*. 2008.

RAJESHWAR, K.; DE TACCONI, N. R. Solution combustion synthesis of oxide semiconductors for solar energy conversion and environmental remediation. **Chemical Society Reviews**, 38, n. 7, p. 1984-1998, 2009.

RASLI, A. M.; QURESHI, M. I.; ISAH-CHIKAJI, A.; ZAMAN, K. et al. New toxics, race to the bottom and revised environmental Kuznets curve: The case of local and global pollutants. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 81, p. 3120-3130, Jan 2018.

SEURING, S., MÜLLER, M. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. **Journal Cleaner Production**. 16: 1699–1710, 2008.

SUN, X.; WANG, H. Q.; GUO, Z. G.; LU, P. L. et al. Positive matrix factorization on source apportionment for typical pollutants in different environmental media: a review. **Environmental Science-Processes & Impacts**, 22, n. 2, p. 239-255, Feb 2020.

TAN, C. W.; TAN, K. H.; ONG, Y. T.; MOHAMED, A. R. *et al.* Energy and environmental applications of carbon nanotubes. **Environmental Chemistry Letters**, 10, n. 3, p. 265-273, Sep 2012.

WANG, W.; TADE, M. O.; SHAO, Z. P. Research progress of perovskite materials in photocatalysis- and photovoltaics-related energy conversion and environmental treatment. **Chemical Society Reviews**, 44, n. 15, p. 5371-5408, 2015.

WANG, W. J.; CHEN, M.; HUANG, D. L.; ZENG, G. M. *et al.* An overview on nitride and nitrogen-doped photocatalysts for energy and environmental applications. **Composites Part B-Engineering**, 172, p. 704-723, Sep 2019.

WU, C. Z.; XIE, Y. Promising vanadium oxide and hydroxide nanostructures: from energy storage to energy saving. **Energy & Environmental Science**, 3, n. 9, p. 1191-1206, Sep 2010.

XU, Y.; YIN, J. C.; WANG, J.; WANG, X. B. Design and optimization of solar steam generation system for water purification and energy utilization: A review. **Reviews on Advanced Materials Science**, 58, n. 1, p. 226-247, Apr 2019.

YANG, Z. H.; ZHAO, Y. L. Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in India: Evidence from directed acyclic graphs. **Economic Modelling**, 38, p. 533-540, Feb 2014.

YILDIZ, I. Review of climate change issues: A forcing function perspective in agricultural and energy innovation. **International Journal of Energy Research**, 43, n. 6, p. 2200-2215, May 2019.

ZHANG, C.; CHEN, J. N.; WEN, Z. G. Assessment of policy alternatives and key technologies for energy conservation and water pollution reduction in China's synthetic ammonia industry. **Journal of Cleaner Production**, 25, p. 96-105, Apr 2012.

ZIA, M. F.; ELBOUCHIKHI, E.; BENBOUZID, M. Microgrids energy management systems: A critical review on methods, solutions, and prospects. **Applied Energy**, 222, p. 1033-1055, Jul 2018.