

MINERAÇÃO TECNOLÓGICA SOBRE TECNOLOGIAS DIRECIONADAS A RECURSOS HÍDRICOS

**SANTOS, L. D. V¹, HOLANDA, F. S. R², OLIVEIRA, C. V. S. O³, PEDROTTI, A⁴,
BANDEIRA, A. A⁵, SANTOS, J. I. R⁶**

¹Mestrando, Ciências da Propriedade Intelectual-PPGPI, Universidade Federal de Sergipe, 79999063350, Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 49100-000, vidal.center@academico.ufs.br

²Doutor Engenharia Agrônoma, Departamento de Engenharia Agrônoma-DEA, Universidade Federal de Sergipe-UFS, 79 3194-6929, fholanda@infonet.com.br

³Mestre Engenharia da Computação, Campos Lagarto-SE, Instituto Federal de Sergipe-IFS, catuxe.oliveira@academico.ifs.br

⁴Doutor Engenharia Agrônoma, Departamento de Engenharia Agrônoma-DEA, Universidade Federal de Sergipe-UFS, (79) 3194-6929, alceupedrotti@gmail.com

⁵Doutoranda, Ciências da Propriedade Intelectual-PPGPI, Universidade Federal de Sergipe, (79) 3194-6929, arilmara2015@gmail.com

⁶Graduando Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola-DEAgri, Universidade Federal de Sergipe-UFS, 79 3194-6929, igorsantos.pt107@gmail.com

Apresentado no

XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020

23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO:

Este trabalho apresenta o panorama pelo estudo de caráter categórico, sistemático e prospectivo através de análises do contexto atual da Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) na distribuição, acesso e conservação dos recursos hídricos. Em sua primeira fase buscou-se descritores a serem utilizados, com as bases de dados Scopus e IEEE Xplore para seleção dos artigos científicos, e a base de dados Spacenet para selecionar as patentes relacionadas. A partir dos corpus textuais selecionados, os descritores foram categorizados através do software VOSviewer. Para a classificação da importância e da situação de semelhança dos trabalhos, foi utilizado o software StArt. Para a análise quantitativa dos conjuntos textuais utilizou-se o programa IRAMUTEQ. Considerou-se que os temas governança de tecnologias, gerenciamento de recursos, uso sustentável da água no âmbito familiar, estruturas de distribuição e coleta de águas para reúso, e reservas subterrâneas, demonstram relevada importância no PD&I para recursos hídricos. Este trabalho evidenciou ainda a importância do enfoque em estudos que visem desenvolver tecnologias industriais e métodos de governança para atender demandas de distribuição e reúso de água.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento científico; lexicometria; sustentabilidade; clusterização.

TECHNOLOGICAL MINING ON TECHNOLOGIES DIRECTED TO WATER RESOURCES

ABSTRACT:

This work presents the view for the study of categorical, systematic and prospective character through analyses of the current context of the Inquiry, Development and Innovation (PD&I) in the distribution, access and conservation of the hydric resources. In his first phase it was looked descriptors when they were used, with the bases of given Scopus and IEEE Xplore for

selection of the scientific articles, and the base of given Spacenet to select the patents made a list. From the selected textual corpus, the descriptors were categorized through the software VOSviewer. For the classification of the importance and of the situation of similarity of the works, the software StArt was used. For the quantitative analysis of the textual corpus it used the program IRAMUTEQ. One thought that the subject's government of technologies, management of resources, sustainable use of the water in the familiar extent, structures of distribution and water collection for reuse, and underground reserves, demonstrate salient importance in PD&I for hydric resources. This work showed still the importance of the approach up in studies that aim to develop industrial technologies and government methods to attend demands of distribution and water reuse.

KEYWORDS: Scientific projection; lexicometry; sustainability; clustering.

INTRODUÇÃO:

O uso dos recursos hídricos (RH) de forma sustentável é objeto de ampla discussão na comunidade científica mundial. Conforme reporte literário, os ambientes aquáticos lóticos e lênticos são aproveitados para distintas finalidades, tais como: produção de energia limpa, abastecimento de água, produção agrícola através da irrigação, produção aquícola ou para fins paisagísticos (Exterckoter e Schlindwein, 2015). O equilíbrio do meio ambiente é dependente de arranjos cíclicos e suscetíveis a ação do homem. Diversos estudos têm observado que existe uma forte correlação entre a ação humana e os impactos sobre os corpos hídricos usuais, tais como, a alteração na cadeia de ventos acarretando alteração de padrões de frequência de precipitação, alterações na vazão de rios provocando secas afetando os recursos naturais disponíveis (Chanapathi *et al.*, 2019; Djebou, 2017; Terink *et al.*, 2010; Xie *et al.*, 2020). A água é um importante recurso ambiental, e após o uso se torna de difícil reconstituição por vias artificiais. Para o desenvolvimento sustentável de ambientes aquáticos, a distribuição e o desenvolvimento das pesquisas e inovações precisam ser expandidas para as demandas de sustentação dos recursos hídricos atuais, visto que a necessidade populacional da água aumenta substancialmente com o crescimento populacional (Iwanaga *et al.*, 2020). Esta pesquisa vem propor uma metodologia de apoio à análise tecnológica através da abordagem sistemática e patentométrica, tendo como objetivo analisar o contexto atual sobre Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) na distribuição acesso e conservação dos recursos hídricos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Como estratégia para busca da produção acadêmica a ser utilizada nesta rotina vinculada, foram construídos *clusters* utilizando a lógica baseada em descritores específicos – os descritores foram escritos na língua inglesa, vinculados por operadores booleanos (AND, OR e NOT), seguindo as regras descritas por Slamet *et al.*, objetivando vincular as fontes de consulta com o tema proposto. Foram adotados como descritores primários os termos “*Water Resources*” e “*Innovation*”. Após definição destes descritores primários, a primeira execução foi realizada por dois pesquisadores, de forma independente e restrita. Para isso foi inicialmente utilizada como base principal de dados, o banco *Scopus*, obedecendo rigorosamente os critérios de inclusão e exclusão, tais como: Apenas artigos completos, seguindo a série temporal de 10 anos (2010 a 2020), trabalhos escritos na língua inglesa, e a presença dos descritores primários nos seguintes campos: título (*Title*), resumo (*Abstract*) e

palavras-chave (*Keywords*). Para a investigação dos descritores secundários foi utilizada à análise de dados sistemáticos pelo método de clusterização de textos através do software *VOSviewer*, destinado. O método consiste em agrupamento textual, fazendo com que as palavras que façam mais sentido formem um número k de grupos, regidos por “z” centroides, em que, um centroide é um termo que reproduz o eixo central de um grupo, quando observado um determinado tema. Neste artigo foi utilizado o crawler *Patent2net* que consiste em um *software* multiplataforma *open-source*, que apresenta como principal funcionalidade a prospecção de informações na base de acomodação de dados Patentscope, pertencente ao European Patent Office (EPO) (Ferraz *et al.*, 2016). Ele extrai informações dos textos patentários contidos no diretório *Espacenet*. O *Patent2net* se mostrou eficiente, pois realiza buscas seguras e rápidas, e permite o uso de operadores lógicos e de identificadores de campo no diretório pesquisado. Dessa forma, o usuário pode realizar a busca utilizando os critérios de descritores existentes no título ou resumo das patentes, além da Classificação IPC descrita na patente, do inventor da propriedade industrial, do País de propriedade unionista, do ano de publicação, entre outros. Os procedimentos de busca desta pesquisa seguiram os mesmos descritos por Ferraz *et al.* (2016) descritos na Figura 1. Foram utilizados os descritores: “water resources”, “innovation”, “water management”, innovation “sustainable development”, “climate change”, “water supply”, “sustainability” e “water conservation” na busca dos textos patentários.



Figura 1. Fluxograma de abordagem de seleção, categorização e distribuição dos artigos encontrados relacionados às áreas de pesquisa sobre recursos hídricos.

Fonte: Os autores.

Buscando fornecer os meios pelas quais as melhores evidências atuais da pesquisa possam ser integradas ao real estado do desenvolvimento tecnológico na área de recursos hídricos, foi adotado, durante a fase de disposição categórica de qualidade e relevância dos estudos como o tema, o protocolo baseado nas orientações de Kitchenham *et al.* (2009). Essas orientações definem que o Protocolo de Análise por abordagem sistemática deve ser um modo de avaliar, identificar e explicar os estudos proeminentes para responder uma questão ou um fenômeno, referente a determinada temática, e que deve ser composto por três fases: Planejar, Executar e Publicar os Resultados. O protocolo consiste na seleção de documentos, tomando como pressupostos os artigos que apresentem melhor pontuação por score de qualidade, e cumpram os dois critérios de aceitação, provenientes da fase de planejamento (Kitchenham *et al.*, 2009). Esse trabalho adotou como primeiro critério de classificação, a Estratégia de Seleção Automática de Citação em Pontuação (*Score Citation Automatic Selection Strategy-SCAS*), que consiste em categorizar os artigos por número de ocorrência da repetição de citações observadas automaticamente (sistema), e visualmente (leitor), entre os estudos pesquisados para apoiar a seleção inicial de estudos (triagem inicial).

Após a seleção dos trabalhos diretamente relacionados com o tema proposto desta prospecção tecnológica, baseados nas temáticas emergidas dos descritores primários e secundários, os quais cumpriram as regras supracitadas para a seleção inicial, foram realizadas lexicometrias e análises de discursos nos textos presentes com o auxílio do *software* IRAMUTEQ (Marchand e Ratinaud, 2012), através da utilização de Unidades de Contexto Iniciais (UCIs) na construção do modelo para análise. Ao se trabalhar com artigos científicos, cada conjunto de texto deve compor uma UCI. Um conjunto de UCI é conhecido como corpus de análise, os quais o software segmenta em textos de aproximadamente três linhas, chamados de Seguimento de Texto (ST). Após a segmentação dos textos, o *software* realiza uma Categorização Hierárquica Descendente (CHD) dando origem a classes lexicais caracterizadas pelo vocabulário e pôr em segmentos de textos que partilham o mesmo vocábulo (FERNANDES; ANDRADE, 2017). A Classificação hierárquica descendente (CHD), trata-se de um tipo de análise de conglomerado que categoriza as palavras obtidas em classes lexicais (eixos). A análise avalia a constância e os arranjos das palavras ativas que estão no corpus textual usando os dados das tabelas de contingência das palavras existentes. Neste sentido, diferentes classes resultantes representam o espaço de sentido das palavras narradas, surgindo, assim, elementos pertencentes aos temas observáveis no tema proposto.

Qualidade metodológica

A avaliação da metodologia proposta neste estudo foi mediada pela técnica desenvolvida por Costa *et al.* (2015), tendo como base a *Assessment of Multiple Systematic Reviews* (AMSTAR) proposta por Shea *et al.* (2007), através de um *checklist* contendo 14 perguntas, que buscam verificar o nível de significância e inferência científica dos dados coletados e organização da revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente a recuperação bibliográfica através do *Scopus* e do *IEEE Xplore* resultou em 1284 artigos publicados entre 2010 e 2020, os quais, após utilização do *VOSviewer*, resultaram 10.914 descritores, divididos em 02 (dois) *clusters*: Recursos Hídricos (RH) e Inovação (In). Conforme a nuvem apresentada na Figura 2, ficou evidente a interação entre os trabalhos e os descritores, onde foi possível identificar a integração dos dois *clusters*, tendo o mínimo de 10 ocorrências, e acima de 100 interações dentro dos *clusters*, resultando ao final 470 artigos selecionados.

A segunda classe (Gestão de recursos humanos para manutenção hídrica), pertencente ao quarto eixo, corresponde a 16,72% do corpus estudado e publicados em sua maioria no ano de 2014, é composta por artigos que tratam sobre gerência de recursos humanos para manutenção das fontes hídricas. Alguns segmentos de textos ilustram os conteúdos pertencentes a classe: “Foi utilizado o método para medir a eficiência do uso da água do Cinturão Econômico do Rio Yangtze”, (DING *et al.*, 2019). “Há um reconhecimento entre os gestores de que a gestão sustentável de bacias hidrográficas precisa não só levar em conta as diversas formas como os seres humanos se beneficiam do ambiente, mas também incorporar o impacto das ações humanas no sistema natural” (Khan *et al.*, 2017). Estas duas classes tratam do sistema de gerenciamento das águas, tanto para ambientes públicos quanto em ambientes empresariais que se utilizam de água como seu principal recurso.

Classe 3: Uso Agrícola, Industrial e doméstico da água

Pertencendo ao terceiro eixo, a terceira classe (Uso agrícola industrial e doméstico) aborda os textos relacionados ao uso agrícola, industrial e doméstico da água e seus padrões de qualidade para o uso, esse tema contempla 13,84% de todos os STs presentes nos artigos pesquisados, alguns dos textos afirmam: “Há muitos motivos de preocupação sobre a qualidade da água para uso doméstico”, (Justes, Barberán e Farizo, 2014); “Para tornar mais grave a situação, a variabilidade e as mudanças climáticas reduzem o abastecimento de água disponível para usos domésticos e produtivos” (Gabrielsson e Ramasar, 2013). Diversos materiais analisados nesta pesquisa, tratam sobre os desafios e as perspectivas da elaboração de políticas e diretrizes quanto ao uso consciente e a disponibilidade constante da água em ambientes que apresentam grandes aglomerações populacionais, a exemplo do que foi descrito por Ioris, (2012). Assim como a mediação de conflitos em áreas que detém pouco ou nenhum recurso hídrico disponível, como ocorre nos países que dependem das bacias hidrográficas na África Subsaariana e África do sul, como relatado nos trabalhos de Komakech, (2012) e Siebrits, (2014). Exemplos de boas práticas de governança são abordados em alguns trabalhos, já que a crise da água pode se relacionar com as falhas de governança e não de disponibilidade (Walker, 2014).

Classe 4: Infraestrutura de distribuição e coleta sustentável da água

A classe quatro (Infraestrutura de distribuição e coleta sustentável de água) mostrou ser a classe mais afastada das demais que estão no segundo eixo (a maior classe), dela surgem artigos que tratam sobre infraestrutura e distribuição da água, assim como coleta de água residual. Compreende 25,89% dos STs presentes no corpus da pesquisa em sua maioria publicados no ano de 2014. Fragmentos dos principais artigos analisados ilustram seu conteúdo: “A construção da *Sponge City* é uma abordagem eficaz para resolver os problemas de água urbana, particularmente para o *Waterlogging*” (Xia *et al.*, 2017); “Embora a reciclagem de água potável possa aumentar um abastecimento urbano de água de outro modo limitado, a ameaça da oposição pública ou política muitas vezes paira sobre si mesma” (Ormerod e Silvia, 2017). Outros trabalhos observados nesta pesquisa sugerem que o eixo também trata sobre as capacidades de carga de recursos hídricos utilizando para isso modelagens teóricas, como por exemplo a base metabólica sobre os recursos hídricos regionais dos corpos hídricos utilizados em ambientes de grande aglomeração. Esse método leva em conta um sistema de índice de avaliação que considera as características dos recursos hídricos regionais, o sistema socioeconômico e o princípio do desenvolvimento sustentável (Ren *et al.*, 2016).

Classe 5: Reservas subterrâneas

Por fim a classe cinco (Reservas subterrâneas) se apresenta mais distante das demais e trata dos ambientes subterrâneos de água (aquíferos) e seus segmentos. Ele contempla 16,96% do total dos STs publicados, e os anos mais frequentes de publicação são 2017 e 2019. Pode ser descrito pelos seguintes UCIs elementares: “Simulação numérica da variação estrutural do efeito do aquífero na circulação regional de águas subterrâneas”, (Dai *et al.*, 2017); “Operadores realizaram estudos geoquímicos e isotópicos locais sobre águas subterrâneas para estabelecer características de base para melhorar a compreensão da conectividade das formações de abastecimento”, (Birks *et al.*, 2019). Os Textos que tratam desta temática circundam sobre as técnicas que contemplam formas de compreender o fluxo de águas subterrâneas em diferentes localidades, assim como a manutenção destes corpos d`água tão importantes para a humanidade. Tem-se como exemplo o trabalho proposto por Birks et al. (2019), que aborda as análises geoquímicas e de isótopo em águas subterrâneas para estabelecer características de base, de maneira a melhorar a compreensão da conectividade do abastecimento e eliminação de águas neste tipo de ambiente, assim como trabalhos que averiguam os impactos estruturais causados nestes ambientes devido à atividade da prospecção (Dai *et al.*, 2017).

Patentes

Dos textos patentários pesquisados, surgiram 1992 STs, 7945 UCIs, 404684 ocorrências, 9578 palavras distintas e 3834 hapax. Exibindo uma frequência média de ocorrência de 0,95% por palavra e uma frequência média de 40,03% de ocorrência por ST. O resultado de CHD apresentou 7945 CDE, aproveitando desse total 6865, representando, assim, um aproveitamento de 86,41% do corpus estudado (Figura 4). Deles resultaram também quatro classes (Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4) e três eixos (Eixo 1, Eixo 2, Eixo 3 e Eixo 4). Os textos patentários, por serem naturalmente mais técnicos e descritivos, emergem mais palavras representadas por substantivos e adjetivos. A IPC é o sistema de classificação internacional adotado em mais de 100 países atualmente, foi criada a partir do Acordo de Estrasburgo (1971), cujas áreas tecnológicas são divididas nas classes A a H. Para cada classe há subclasses, grupos principais e grupos, através de um sistema hierárquico (INPI, 2020). Dos principais códigos IPCs utilizados na busca inicial dos trabalhos, (C02F, E03B, E03C, E03D e E03F) surgiram mais seis sessões vinculadas às patentes depositadas, conforme visto na Figura 3.



Figura 3. Principais Seções por Classificação Internacional de Patentes IPC dos textos patentários relacionados a recursos hídricos.

Fonte: Os autores.

4. CONCLUSÕES

Este estudo demonstra que a abordagem prospectiva proposta como ferramenta foi eficaz na extração, avaliação, organização e disponibilização de dados sobre pesquisa científica assim como tecnologias patenteadas relacionadas aos recursos hídricos. Os dados resultantes deste teste podem ser facilmente replicados. A abordagem descrita aqui pode ser usada para avaliar publicações de patentes sobre qualquer assunto, de acordo com o interesse de cada pesquisador, estudante ou empresa.

5. REFERÊNCIAS

BIRKS, S. J. *et al.* Using regional datasets of isotope geochemistry to resolve complex groundwater flow and formation connectivity in northeastern Alberta, Canada. **Applied Geochemistry**, v. 101, p. 140–159, 2019.

CHANAPATHI, T. *et al.* Assessment of water resources and crop yield under future climate scenarios: A case study in a Warangal district of Telangana, India. **Journal of Earth System Science**, v. 129, n. 1, p. 20, 20 dez. 2019.

CONVERY, F. J. Reflections-shaping water policy: What does economics have to offer? **Review of Environmental Economics and Policy**, v. 7, n. 1, p. 156–174, 2013.

COSTA, A. B. *et al.* Construção de uma escala para avaliar a qualidade metodológica de revisões sistemáticas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 8, p. 2441–2452, ago. 2015.

DAI, F.-G. *et al.* Numerical simulation of structural variation of aquifer effect on regional groundwater circulation. **Acta Geoscientica Sinica**, v. 38, p. 64–68, 2017.

DEL CORSO, J.-P.; KEPHALIACOS, C.; PLUMECOCQ, G. Legitimizing farmers' new knowledge, learning and practices through communicative action: Application of an agro-environmental policy. **Ecological Economics**, v. 117, p. 86–96, 2015.

DING, X.; TANG, N.; HE, J. The threshold effect of environmental regulation, FDI agglomeration, and water utilization efficiency under “double control actions”-An empirical test based on Yangtze River Economic Belt. **Water (Switzerland)**, v. 11, n. 3, 2019.

DJEBOU, D. C. S. Bridging drought and climate aridity. **Journal of Arid Environments**, v. 144, p. 170–180, 1 set. 2017.

EXTERCKOTER, R. K.; SCHLINDWEIN, S. L. Aplicabilidade do Índice de Qualidade do Uso da Água (IQUA) como ferramenta de auxílio para a gestão de bacias hidrográficas. **Geosul**, v. 29, n. 58, p. 7–28, 1 mar. 2015.

FERNANDES, J. DA S. G.; ANDRADE, M. S. DE. Revisão sobre a doença de alzheimer: diagnóstico, evolução e cuidados. **Psicologia, Saúde & Doenças**, v. 18, n. 1, p. 131–140, 2017.

FERRAZ, R. R. N. *et al.* Example of open-source OPS (Open Patent Services) for patent education and information using the computational tool Patent2Net. **World Patent Information**, v. 46, p. 21–31, 2016.

GABRIELSSON, S.; RAMASAR, V. Widows: Agents of change in a climate of water uncertainty. **Journal of Cleaner Production**, v. 60, p. 34–42, 2013.

INPI, I. N. DE P. I. **Classificação de patentes**. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/classificacao-de-patentes>>. Acesso em: 31 mar. 2020.

IORIS, A. A. R. The Political Geography of Environmental Regulation: Implementing the Water Framework Directive in the Douro River Basin, Portugal. **Scottish Geographical Journal**, v. 128, n. 1, p. 1–23, 2012.

IWANAGA, T. *et al.* A socio-environmental model for exploring sustainable water management futures: Participatory and collaborative modelling in the Lower Campaspe catchment. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v. 28, p. 100669, 1 abr. 2020.

JUSTES, A.; BARBERÁN, R.; FARIZO, B. A. Economic valuation of domestic water uses. **Science of the Total Environment**, v. 472, p. 712–718, 2014.

KHAN, H. F. *et al.* A coupled modeling framework for sustainable watershed management in transboundary river basins. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 21, n. 12, p. 6275–6288, 2017.

KITCHENHAM, B. *et al.* Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. **Information and Software Technology**, v. 51, n. 1, p. 7–15, 1 jan. 2009.

KOMAKECH, H. C. *et al.* Formalization of water allocation systems and impacts on local practices in the Hingilili sub-catchment, Tanzania. **International Journal of River Basin Management**, v. 10, n. 3, p. 213–227, 2012.

MARCHAND, P.; RATINAUD, P. L’analyse de similitude appliquée aux corpus textuels: les primaires socialistes pour l’élection présidentielle française (septembre-octobre 2011). **Actes des 11eme Journées internationales d’Analyse statistique des Données Textuelles. JADT**, v. 2012, p. 687–699, 2012.

ORMEROD, K. J.; SILVIA, L. Newspaper coverage of potable water recycling at Orange County water district’s groundwater replenishment system, 2000-2016. **Water (Switzerland)**, v. 9, n. 12, 2017.

REN, C. *et al.* An innovative method for water resources carrying capacity research - Metabolic theory of regional water resources. **Journal of Environmental Management**, v. 167, p. 139–146, 2016.

SHEA, B. J. *et al.* Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. **BMC Medical Research Methodology**, v. 7, n. 1, p. 10, 15 fev. 2007.

SIEBRITS, R. M. *et al.* Priority water research questions for South Africa developed through participatory processes. **Water SA**, v. 40, n. 2, p. 199–209, 2014.

SOUZA, M. A. R. DE *et al.* O uso do software IRAMUTEQ na análise de dados em pesquisas qualitativas. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 52, n. 0, 4 out. 2018.

TERINK, W. *et al.* Evaluation of a bias correction method applied to downscaled precipitation and temperature reanalysis data for the Rhine basin. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 14, n. 4, p. 687–703, 22 abr. 2010.

WALKER, G. Water scarcity in England and Wales as a failure of (meta)governance. **Water Alternatives**, v. 7, n. 2, p. 388–413, 2014.

XIA, J. *et al.* Opportunities and challenges of the Sponge City construction related to urban water issues in China. **Science China Earth Sciences**, v. 60, n. 4, p. 652–658, 2017.

XIE, X. *et al.* Study on impact of electricity production on regional water resource in China by water footprint. **Renewable Energy**, v. 152, p. 165–178, 1 jun. 2020.