

FERRAMENTAS DE ANÁLISES SCOPUS APLICADA A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EM CÉLULAS A COMBUSTÍVEL: MÉTRICAS OBSERVÁVEIS

Carlos Eduardo Celestino Andrade - eng2carlos.eduardo@gmail.com

Programa de Pós-graduação em Ciências da Propriedade Intelectual – Universidade Federal de Sergipe

Francisco Sandro Rodrigues – fholanda@infonet.com.br

Programa de Pós-graduação em Ciências da Propriedade Intelectual – Universidade Federal de Sergipe

Wilsonita de Melo Ubirajara - will_ubirajara@yahoo.com.br

Programa de Pós-graduação em Ciências da Propriedade Intelectual – Universidade Federal de Sergipe

Luiz Diego Vidal Santos – vidal.center@academico.ufs.br

Programa de Pós-graduação em Ciências da Propriedade Intelectual – Universidade Federal de Sergipe

Paulo Ricardo Pereira Marques – paulo.ricardo.pm@hotmail.com

Universidade Federal de Sergipe

Resumo—A sustentabilidade ambiental é um importante atributo para as economias contemporâneas, e está centrado no investimento em inovação tecnológica com elevado nível de conhecimento. Assim os países progressistas articulam de modo estratégico a Ciência, a Tecnologia e a Inovação para o desenvolvimento de novas fontes energéticas consubstanciando a criação de riqueza. Neste cenário, o presente estudo, foi projetado para analisar métricas observáveis, para auxiliar o processo de construção de conhecimento aplicada a transferência de tecnologia em células a combustível. Como resultados, destacam-se a preferência pela realização de depósitos de patentes onde a proteção internacional é priorizada, tais como: o escritório americano *US Patent Office* e o escritório japonês *Japanese Patent Office*. Ainda, notou-se que o investimento público organizado para criar uma estrutura eficaz, exequível e baseada em uma visão de médio e longo prazo é a força motriz para a ciência, a pesquisa e o desenvolvimento de inovação tecnológica.

Palavras-chave: Scopus, metodologia ativa, fontes digitais, inovação sustentável.

Abstract—Environmental sustainability is an important attribute for contemporary economies and is centered on investment in technological innovation with a high level of knowledge. Thus, progressive countries strategically articulate Science, Technology, and Innovation for the development of new energy sources, substantiating the creation of wealth. In this scenario, the present study was designed to analyze observable metrics, to assist in building knowledge applied to technology transfer in fuel cells. As a result, it highlights the preference for patent filings where international protection is prioritized, such as American US Patent Office and the Japanese Japanese Patent Office. Still, organized public investment to create an effective, workable structure based on a medium and long-term vision is the driving force for science, research, and the development of technological innovation.

Keywords: Scopus, active methodology, digital sources, sustainable innovation.

1 INTRODUÇÃO



Com o aumento dos níveis de poluição, do impacto causado pelas mudanças climáticas e da escassez de recursos não renováveis, o crescimento econômico precisa se adequar a processos de produção mais eficientes e ecológicos, uma vez que em muitos países, tais fatores, tornam os sistemas de produção de energia não sustentáveis (HARMSEN *et al.*, 2016; KWON, 2020). Para atingir objetivos de sustentabilidade, muitos países estabeleceram metas quantitativas para redução da emissão de gases causadores do efeito estufa, bem como para aumento da participação de recursos de energia renovável em seus sistemas de produção de energia (KREWITT *et al.*, 2006; SHINDELL *et al.*, 2017).

Na busca por um alinhamento entre o desenvolvimento econômico e seus objetivos de sustentabilidade ambiental, os países têm buscado desenvolver economias com baixo teor de carbono e indústrias verdes, a fim de manter um suprimento sustentável de energia (LOISEAU *et al.*, 2016). As fontes energéticas baseadas em baixos teores de carbono, podem ser desenvolvidas de duas maneiras: elevando a produção de sistemas energéticos alternativos ao petróleo ou aumentando a eficiência dos sistemas existentes (WANG *et al.*, 2018).

Para as sociedades que buscam o desenvolvimento sustentável, as células a combustível podem desempenhar um papel fundamental, especialmente por facilitar o uso de energia renovável e a redução associada aos impactos ambientais, aumentando a eficiência do sistema (DINCER & ROSEN, 2011; AKINYELE; OLABODE; AMOLE, 2020). Esta tecnologia tem potencial para se tornar o catalisador da transição para um sistema de energia sustentável com baixa emissão de CO₂ (PUROHIT *et al.*, 2017).

Uma célula a combustível funciona como uma bateria, produzindo energia através da conversão de energia química em eletricidade, sem a necessidade de combustão interna, convertendo oxigênio e hidrogênio em eletricidade, água e calor, desde que provida com um combustível resultante de diversas fontes (DUAN *et al.*, 2018; GAJDA *et al.*, 2013). Os dispositivos são classificados de modo geral pelo tipo de eletrólitos utilizados, e ao contrário dos motores a combustão interna, as células a combustível têm alta eficiência energética na potência de saída, o que as torna ideais para diversas aplicações, desde telefones celulares até a geração de energia de larga escala (HEMMES, 2016).

Considerando os benefícios energéticos, econômicos e ambientais da tecnologia de células a combustível, torna-se relevante a realização de estudos incluindo atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), prospecção tecnológica e transferência de tecnologia, no intuito de avaliar e expandir os fluxos de informações científicas e tecnológicas disponíveis sobre o tema (RODRIGUES; BRAGHINI JUNIOR, 2019). Para tanto, pode-se utilizar as análises bibliométricas, cujos resultados, através da aplicação de métodos quantitativos, retratam o grau de desenvolvimento de um campo específico do conhecimento (ARAÚJO; ALVARENGA, 2011).

Assim, o objetivo desta pesquisa foi apresentar como uma ferramenta pedagógica auxilia o processo de construção de conhecimento de modo a rastrear, analisar e visualizar a pesquisa aplicada a transferência de tecnologia em células a combustível, proporcionando uma melhor compreensão das métricas associadas à procura baseada na internet.

2 METODOLOGIA

O presente estudo, foi projetado para analisar um modelo metodológico que utiliza um conjunto de dados amostral composto por artigos que abordem os assuntos: transferência de tecnologia em células a combustível presentes na Scopus Elsevier. Desta forma, a estratégia metodológica de natureza qualitativa para execução da análise hermenêutica e interpretação dos dados objeto de estudo, conforme cita Pereira, *et al.*, (2018) busca apresentar métricas baseadas em literaturas revisadas por pares integrantes de 60 editoras (SCOPUS, Guia de cobertura, 2015). Para tanto, utilizando se de uma abordagem com enfoque em uma revisão sistemática, foi organizado uma expressão booleana com a seguinte configuração:

(<TECHNOLOGY TRANSFER> AND < FUEL CELL >) OR (<COST EFFECTIVENESS > AND < FUEL CELL >) > 2010

Para esta análise foram selecionados os parâmetros: Título de artigo, Resumo e palavras – chave, e adicionados termos de pesquisas adicionais, sendo encontrado 1.432 manuscritos. Em razão da descrição das variáveis apresentadas pela base de dados, busca-se mostrar a relação entre as métricas, objetivando estabelecer a natureza da relação para estabelecer preceitos baseados em clareza e produtividade das análises, para a diminuição de possíveis erros e garantindo melhor decisão de escolha.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção fornece uma visão geral do perfil da língua prioritária de publicações, das principais afiliações dos autores, estratificação dos principais financiadores para visualização do modo de organização e origem de recursos e dos 5 escritórios de patentes. Essas métricas auxiliam o entendimento do contexto a qual a produção científica sobre transferência de tecnologia em células a combustível está inserida.

A Figura 1 apresenta uma visão geral da tipologia de publicação escolhida para a difusão do conhecimento científico. Com efeito, a Scopus possui mais de 23.452 periódicos revisados por pares e que mais de 10% da base de dados Scopus é integrada por artigos de conferências, dos quais 2,5 milhões são publicados em periódicos, séries de livros e outras fontes. No ano de 2014 foi realizado um projeto de expansão que resultou na indexação de grandes editoras de engenharia tais como: INSPIRES, ASEE e ASME (SCOPUS, Guia de cobertura, 2015).

Figura 1. Perfil de tipologia de publicações escolhidos para a difusão do conhecimento científico



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da Scopus (2020).

É possível perceber uma concentração prioritária de publicações por meio de artigos científicos. Isto é esperado, haja vista, a pertinência formal em comunicar os resultados das pesquisas, de forma clara e concisa, característica deste meio. Com efeito, nota-se de maneira aditiva, uma concentração prioritária de publicações em inglês (99%) do total de referências relacionadas (Tabela 1).



Este percentual coincide com a distribuição dos repositórios de dados empregados pelos pesquisadores para publicação. Essa é uma informação já esperada, tendo em foco, o interesse pelo desenvolvimento de energia descarbonatada ocorrer em nível global, e a língua inglesa, apresentar ampla aceitação para transcender fronteiras e disseminar o conhecimento. Percebe-se ainda publicações para os seguintes idiomas: Chinês, Coreano e Espanhol.

Tabela I
Idiomas utilizados para a publicação dos artigos

Idioma	Nº de publicações	%
Inglês	1423	99%
Chinês	7	0
Coreano	1	0
Espanhol	1	0
Total	1432	

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da Scopus (2020).

Na Tabela 2 estão estratificados os 20 principais agentes que integram a listagem correspondente ao financiamento das pesquisas. Nota-se em consonância com as assertivas de FURLAN, et al., (2017) que para promover o desenvolvimento de energias descarbonatadas é estratégico uma articulação entre os diferentes atores, fluindo a partir de diferentes mecanismos implementados pelos instrumentos estatais, regulamentados por dispositivos legais específicos. Além disso, FERREIRA; FERNANDES; FERREIRA, (2020), indicaram que as nações socialmente responsáveis buscam inovações tecnológicas harmônicas com os anseios verificados com a questão ambiental atual, isto é, redução de níveis de emissão de carbono.

Tabela II
Estratificação dos 20 financiadores de pesquisa identificados após a aplicação da estrutura booleana de busca, áreas temáticas células a combustível e transferência de tecnologia

20 FINANCIADORES MAIS INFLUENTES	MODO ORGANIZACIONAL/ORIGEM DOS RECURSOS	Nº PARTICIPAÇÕES
<i>National Natural Science Foundation of China</i>	Fundação/Público	274
<i>Fundamental Research Funds for the Central Universities</i>	Fundo financeiro/Público	60
<i>National Research Foundation</i>	Agência/Público	47
<i>U.S. Department of Energy</i>	Agência/Público	46
<i>National Basic Research Program of China (973 Program)</i>	Programa de incentivo/Público	42
<i>National Science Foundation</i>	Agência/Público	41
<i>Ministry of Science, ICT and Future Planning</i>	Ministério/Público	36
<i>Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning</i>	Conselho de pesquisa/Público	28

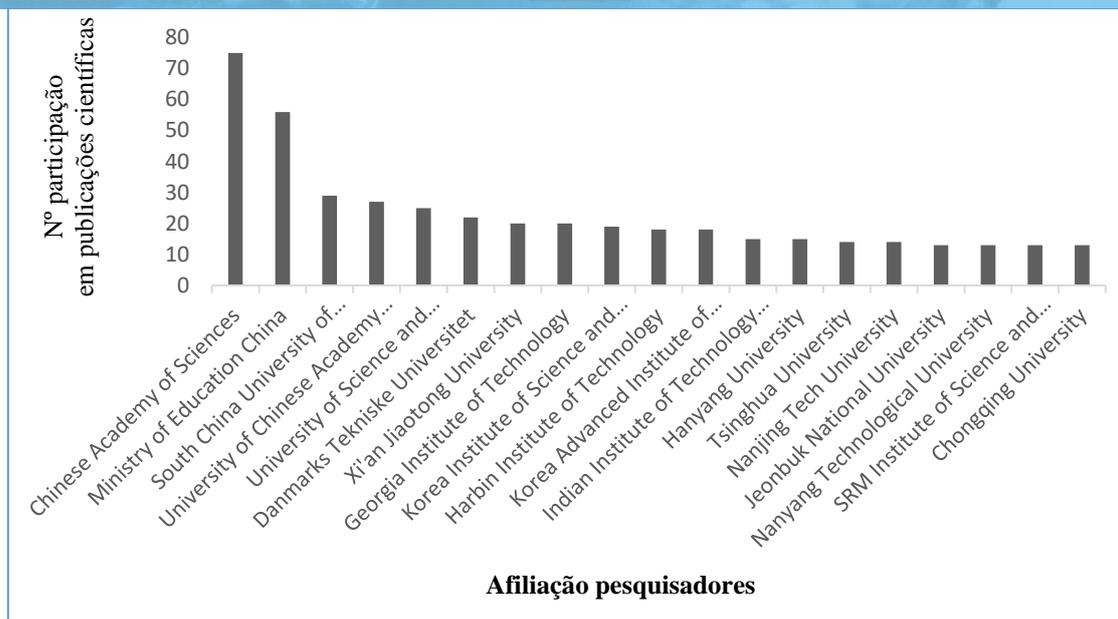
<i>China Postdoctoral Science Foundation</i>	Fundo financeiro/Público	27
<i>Ministry of Trade, Industry and Energy</i>	Ministério/Público	24
<i>Natural Science Foundation of Guangdong Province</i>	Fundação/Público	21
<i>Department of Science and Technology, Government of Kerala</i>	Conselho de pesquisa/Público	20
<i>Priority Academic Program Development of Jiangsu Higher Education Institutions</i>	Programa de incentivo/Público	20
<i>China Scholarship Council</i>	Conselho de pesquisa/Público	18
<i>Science and Engineering Research Board</i>	Conselho de pesquisa/Público	18
<i>Chinese Academy of Sciences</i>	Agência/Público	16
<i>Engineering and Physical Sciences Research Council</i>	Conselho de pesquisa/Público	15
<i>Council of Scientific & Industrial Research, India</i>	Conselho de pesquisa/Público	13
<i>Natural Science Foundation of Jiangsu Province</i>	Universidade/Público	13
<i>Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada</i>	Agência/Público	12

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da Scopus (2020).

Desta forma, o investimento público organizado para criar uma estrutura eficaz, exequível e baseada em uma visão de médio e longo prazo é a força motriz para a ciência, a pesquisa e o desenvolvimento de inovação tecnológica (ALMEIDA.; GUARTON, *et al.*, 2017). Em atenção, aos dados coletados no sítio eletrônico do repositório Scopus, percebe-se que os mecanismos de estímulo estão associados a entes governamentais em ramificações primárias e secundárias com o poder executivo, este aspecto denota composição hierárquica em relevância para a organização e supervisão da ação (ANDRADE, *et al.*, 2020).

Com efeito, a busca científica para a reunião de pesquisas relevantes a partir de informações encontradas na base de dados Scopus, de modo sistemático, reportou métricas observáveis que denotam o desenvolvimento de inovação tecnológica estruturada em pesquisas fundamentalmente financiadas e realizadas por meio de recursos públicos (Figura 2). Este resultado confirma a perspectiva observada na literatura especializada *GLOBAL INNOVATION INDEX 2020 Who Will Finance Innovation?*, que relaciona os seguintes mecanismos essenciais para a geração de inovação: financiamento coletivo, organizações sem fins lucrativo, regimes financeiros de origem pública, dentre outros (GLOBAL INNOVATION INDEX, 2019).

Figura 2. Financiadores de pesquisa identificados após a aplicação da estrutura lógica áreas temáticas células a combustível e transferência de tecnologia



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da Scopus (2020)

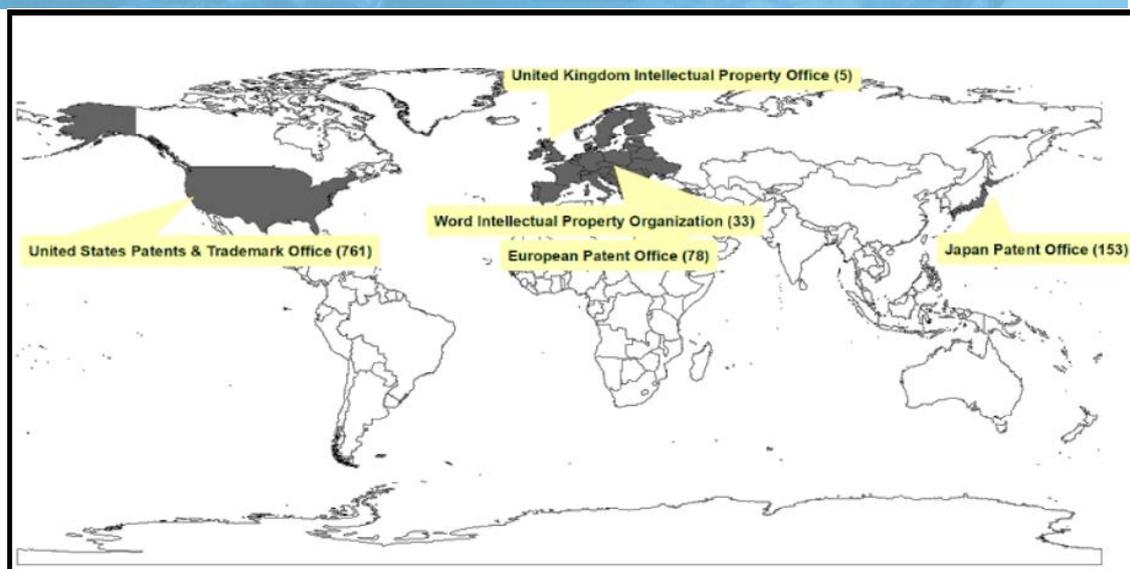
O crescimento econômico segundo CANCINO, *et al.*, (2018), pode ser expresso segundo 5 dimensões: científico, tecnológico, econômico, social e cultural. Essas dimensões, podem ser um potencial entrave para a geração de inovação tecnológica, haja vista, uma conjectura de sistema de inovação não organizado.

Dado esta perspectiva, e considerando o ambiente expresso pelas métricas apresentadas pelo repositório de dados até aqui, é pertinente investigar os mecanismos relacionados a transferência de conhecimento segundo este contexto. Com efeito, mostra-se relevante pesquisar a partir de experiências concretas de sucesso, os mecanismos existentes no processo de criação, desenvolvimento e transferência de tecnologia de inovações intensivas em conhecimento, para capturar padrões inteligíveis analisados em sistemas de inovação fomentadores de crescimento econômico.

Deste modo, os estudos baseados em análise de métricas de patentes foram expressos em acordo com o apresentado na Figura 3, que apresenta um mapa com os escritórios de patentes e o número de patentes. São apresentados os resultados das concessões de patentes por escritório, explicitados pela quantidade de registros ocorridos para o período de estudo. Tomando por base os resultados, o repositório de dados Scopus utiliza como meio de fonte, 5 escritórios internacionais (SCOPUS, Guia de cobertura, 2015), gerando uma distribuição, de acordo com o seguinte: (65%) *US Patent Office*, (20%) *Japanese Patent Office*, (9%) *European Patent Office*, (5%) *UK Patent Office* e (1%) *World Intellectual Property Organization – WIPO*.

Estes resultados mostram uma escolha prioritária dos inventores em realizar o pedido no escritório americano, explicado pela política de patentes deste escritório. Nele é observado um grupo de patentes especializado em política e assuntos internacionais para a garantia da implementação e adesão às obrigações dos tratados internacionais. Este grupo realiza ainda, o aconselhamento relativo à negociação a aplicação de disposições de tratados relativos a patentes e suas questões comerciais, bem como, fornece assistência técnica e treinamento em questões relacionadas a patentes para autoridades domésticas e internacionais (*US PATENT OFFICE*, 2020).

Figura 3. Mapa ilustrativo dos escritórios de patentes e o número de patentes depositadas ao longo do período 2010 até novembro 2020 para o operador lógico objeto de busca



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da Scopus (2020).

Entre os resultados apresentados, cabe destacar ainda o escritório japonês de patentes, com (20%) dos registros de patentes. Nota-se, de forma geral, ao consultar o sítio eletrônico do escritório, que o intervalo máximo de tempo para registro é de até 3 (três) anos, além do que, existe um conjunto de mecanismos legislativos que objetivam garantir uma proteção internacional adequada e eficaz, através de uma rede de atendimento administrativo exclusivos e específicos (advogados e agentes especializados dispostos em variados países), por meio de solicitação simples baseada em princípios do Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes – PCT (*JAPANESE PATENT OFFICE*, 2020).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível fundamentar um cenário genérico das informações disponíveis sobre tecnologia de célula a combustível e transferência da tecnologia estudada, em atendimento aos objetivos.

Na amostra analisada destaca-se a predominância de publicações em formato de artigo científico, uma vez que apresenta uma estrutura formal de apresentação dos resultados, validado por pares integrantes de comitês científicos autônomos. Apesar da primazia observada em documentos advindos da China, nestas publicações o uso da língua inglesa é escolhido de forma prioritária, haja vista sua ampla aceitação para transcender fronteiras e disseminar o conhecimento.

A análise das métricas relativas aos 20 principais financiadores dos estudos, evidenciou de maneira clara que pesquisas inseridas no escopo de energia sustentável baseadas em células a combustível, são fomentadas e realizadas por meio de recursos públicos. Este cenário, denota a busca por crescimento econômico estabelecida em novas fontes alternativas ao petróleo, estruturadas em inovação tecnológica de elevado teor de conhecimento, integrante de sistema de inovação capaz de gerar riquezas e transferi-las para a sociedade.

A análise das concessões de patentes por escritório evidenciou a predominância do escritório americano (*US Patent Office*), demonstrando a preferência dos inventores pela política de patentes aplicada por este escritório em que há uma garantia de implementação e adesão às regras impostas pelos tratados internacionais. Outro destaque é o escritório japonês (*Japanese Patent Office*), no qual é observada a existência de uma rede de mecanismos visando a garantia de proteção internacional adequada. Desta forma, percebe-se a preferência por depósitos de patentes em localidades em que a proteção internacional é priorizada, como limitações do método pode ser



citado a restrição associada ao repositório de dados, obter dados relativos a 5 escritórios internacionais.

Por fim, o repositório de dados Scopus Elsevier permite de maneira remota o exame de métricas observáveis para a formulação de cenários de tendências, permitindo a diminuição de erros e garantindo uma adequada tomada de decisão de estratégia de estudos posteriores. Portanto, com fundamentado nos resultados apresentados, pode ser vislumbrado como sugestão de trabalhos futuros, a realização de análises de indicadores gerados a partir de uma abordagem sedimentada em literatura científica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Ó. G.; Guarton, N. Á. A. *El financiamiento, la ciencia, la tecnología e innovación y la educación superior en los países en vías de desarrollo*. **Revista Cubana de Educación Superior**. V.36, n.3, versão on-line INSS 0257-4314, set-dez.2017.

ANDRADE, C. E. C., *et al.* Uma análise bibliométrica da literatura aplicada à transferência de tecnologia em células a combustível. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, e22391211021, 2020 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409, DOI: 10.33448/rsd-v9i12.11021

ARAÚJO, R. F.; ALVARENGA, L. A bibliometria na pesquisa científica da pós-graduação brasileira de 1987 a 2007. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, v. 16, n. 31, p. 51–70, 2011.

AKINYELE, D.; OLABODE, E.; AMOLE, A. Review of Fuel Cell Technologies and Applications for Sustainable Microgrid Systems. **Inventions**, v. 5, n. 3, p. 42, 2020.

AN, D.; *et al.*, *Gradiently crosslinked polymer electrolyte membranes in fuel cells*. **Journal of Power Sources**, v. 301, p. 204–209, 2016.

BAYER, T.; *et al.* Spray deposition of Nafion membranes: Electrode-supported fuel cells. **Journal of Power Sources**, v. 327, p. 319–326, 2016.

CANCINO, C. A.; *et al.* *Technological innovation for sustainable growth: An ontological perspective*. **Journal of Cleaner Production**, v. 179, p. 31–41, 2018.

DUAN, C.; *et al.*, Highly durable, coking and sulfur tolerant, fuel-flexible protonic ceramic fuel cells. **Nature**, v. 557, n. 7704, p. 217–222, 2018.

FERREIRA, J. J.; FERNANDES, C. I.; FERREIRA, F. A. Technology transfer, climate change mitigation, and environmental patent impact on sustainability and economic growth: A comparison of European countries. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 150, p. 119770, 2020.

FURLAN, T. Z., *et al.*, (2017). Gestão ambiental dos processos produtivos e gestão de recursos naturais: análise dos artigos publicados em um encontro nacional brasileiro entre os anos de 2011 a 2015. **Revista Espacios**. v. 38, p. 17-38. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n06/a17v38n06p17.pdf>. Acesso em: 22/11/2020.

GAJDA, I.; *et al.*, Photosynthetic cathodes for Microbial Fuel Cells. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 38, n. 26, p. 11559–11564, 2013.

GLOBAL INNOVATION INDEX. **Global Innovation Index 2019**. 2019. Disponível em:



<https://www.globalinnovationindex.org/Home>. Acesso em: Nov. 2020.

HARMSSEN, M. J.; *et al.*, How climate metrics affect global mitigation strategies and costs: a multi-model study. **Climatic Change**, v. 136, n. 2, p. 203–216, 2016.

HEMMES, K. Innovative membrane induced functionalities of fuel cells. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 41, n. 41, p. 18837–18845, 2016.

KWON, O. A study on how startups approach sustainable development through intellectual property. **Sustainable Development**, v. 28, n. 4, p. 613–625, 2020.

LOISEAU, E.; *et al.*, Green economy and related concepts: An overview. **Journal of Cleaner Production**, v. 139, p. 361–371, 2016.

PUROHIT, I.; PUROHIT, P. Technical and economic potential of concentrating solar thermal power generation in India. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 78, p. 648–667, 2017.

RODRIGUES, T.; BRAGHINI JUNIOR, A. Technological prospecting in the production of charcoal: A patent study. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 111, p. 170–183, 2019.

SHINDELL, D.; *et al.*, A climate policy pathway for near- and long-term benefits. **Science**, v. 356, n. 6337, p. 493–494, 2017.

JAPANESE PATENT OFFICE, J. **About Us Patentarea - International Patent Services**, 2003. Disponível em: <https://www.patentarea.com/about-international-filing/>. Acesso em: 24 fev. 2021.

KREWITT, W.; *et al.*, Market perspectives of stationary fuel cells in a sustainable energy supply system—long-term scenarios for Germany. **Energy Policy**, v. 34, n. 7, p. 793–803, 2006

USPTO, U. S. P. and T. O. **Patent Policy**. Text. [s.d.]. Disponível em: <https://www.uspto.gov/ip-policy/patent-policy>. Acesso em: 24 fev. 2021.

ELSEVIER, L. A. S. **Scopus Acrescente Valor à sua pesquisa**. Manual. 2020. Disponível em: https://www.periodicos.capes.gov.br/images/documents/Scopus_Guia%20completo_10.08.2016.pdf. Acesso em: Dez. 2020.

SCOPUS. **Guia de Referência Rápida**. Informacional. 2015. Disponível em: https://www.periodicos.capes.gov.br/images/documents/Scopus_Guia%20de%20refer%C3%Aancia%20r%C3%A1pida_10.08.2016.pdf. Acesso em: Dez. 2020.

WANG, J.; WANG, H.; FAN, Y. Techno-economic challenges of fuel cell commercialization. **Engineering**, v. 4, n. 3, p. 352-360, 2018.