

UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL - UNISC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL –
DOUTORADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO – GESTÃO E TECNOLOGIA AMBIENTAL
LINHA DE PESQUISA - REVALORIZAÇÃO, TRATAMENTO, DISPOSIÇÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS E EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

ISABEL GRUNEVALD

**PATENTES COMO FONTE DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA PARA O
APRIMORAMENTO DE PESQUISAS NA ÁREA DE TECNOLOGIA
AMBIENTAL**

Santa Cruz do Sul

2024

Isabel Grunevald

**PATENTES COMO FONTE DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA PARA O
APRIMORAMENTO DE PESQUISAS NA ÁREA DE TECNOLOGIA
AMBIENTAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental –Doutorado, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial para o título de Doutora em Tecnologia Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Liane Mahlmann Kipper
Coorientador: Prof. Dr. Jorge André Ribas Moraes

Santa Cruz do Sul
2024

RESUMO

Na era do conhecimento as informações disponíveis são oriundas das mais variadas fontes. Pode-se dizer que por hábito, de um modo geral, as pesquisas acadêmicas buscam o estado da arte em publicações disponíveis nos sistemas de periódicos e eventos acadêmicos, transformando o conhecimento científico e tecnológico a partir de tais informações. Diante disso, percebe-se um arcabouço de conhecimento e informações disponíveis e pouco explorados, trata-se do estado da técnica, disponível em bases de patentes. Nesse contexto, a presente pesquisa teve como objetivo geral o desenvolvimento de uma metodologia para o uso de patentes como fonte de informações voltada à tecnologia ambiental, ampliando a utilização do sistema de propriedade industrial. Para isso, o primeiro artigo apresenta uma revisão sistemática de literatura sobre o uso das informações tecnológicas contidas em bases de patentes na produção científica. Foram identificados cinquenta artigos no período de 1993-2022 na base Scopus, os quais evidenciam o uso incipiente das patentes como fonte de informação para o desenvolvimento acadêmico. O segundo artigo apresentado elabora um retrato da percepção do conhecimento dos pesquisadores sobre o uso das informações tecnológicas contidas em bases de patentes como uma fonte para desenvolvimento de pesquisas acadêmicas (científicas e/ou tecnológicas), identificando seus respectivos usos. Foi realizada uma *Survey* junto aos 43 programas de Pós-Graduação Stricto Sensu existentes no Brasil da área de Engenharias I, subárea Engenharia Sanitária da Capes, onde apenas 33% dos pesquisadores utilizam as bases de patentes como fonte de informação tecnológica. Além disso, constatou-se que em mais de 65% dos casos onde ocorre a busca a finalidade concentra-se na verificação da possibilidade de patenteamento, e não aplicadas em pesquisas acadêmicas, havendo amplo espaço para difusão e aplicação de tais conhecimentos. O terceiro trabalho apresenta uma produção técnica que tem como objetivo propor uma trilha de aprendizagem flexível para o desenvolvimento de habilidades de pesquisa em informações tecnológicas contidas nas bases de patentes com foco na aplicação para a produção do conhecimento científico-acadêmico. Um conjunto de sete etapas são apresentadas para auxiliar o pesquisador no desenvolvimento dessa habilidade.

Palavras-chave: Tecnologias Limpas, Patentes, Informação Tecnológica, Pós-graduação, Conhecimento Científico e Tecnológico

ABSTRACT

PATENTS AS A SOURCE OF TECHNOLOGICAL INFORMATION TO IMPROVE RESEARCH IN THE AREA OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

In the age of knowledge, available information comes from the most varied sources. It can be said that out of habit, in general, academic research seeks the state of the art in publications available in the systems of journals and academic events, transforming scientific and technological knowledge from such information. In view of this, a framework of knowledge and information available and little explored is perceived, it is the state of the art, available in patent bases. In this context, the present research had as general objective the development of a methodology for the use of patents as a source of information focused on environmental technology, expanding the use of the industrial property system. For this, the first article presents a systematic literature review on the use of technological information contained in patent databases in scientific production. Fifty articles were identified in the period 1993-2022 in the Scopus database, which show the incipient use of patents as a source of information for academic development. The second article presents a picture of the researcher's perception of knowledge about the use of technological information contained in patent databases as a source for the development of academic research (scientific and/or technological), identifying their respective uses. A Survey was carried out among the 43 Stricto Sensu Graduate programs existing in Brazil in the Engineering I area, Sanitary Engineering subarea of Capes, where only 33% of researchers use patent bases as a source of technological information. In addition, it was found that in more than 65% of the cases where the search takes place, the purpose is concentrated on verifying the possibility of patenting, and not applied in academic research, with ample space for the dissemination and application of such knowledge. The third work presents a technical production that aims to propose a flexible learning path for the development of research skills in technological information contained in patent bases with a focus on the application for the production of scientific-academic knowledge. A set of seven steps are presented to assist the researcher in developing this skill.

Keywords: Clean Technologies, Patents, Technological Information, Graduate, Scientific and Technological Knowledge

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	OBJETIVOS.....	9
	Objetivo Geral.....	9
	Objetivos Específicos.....	9
3	METODOLOGIA.....	10
3.1	Procedimentos Metodológicos.....	10
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
	ARTIGO 1 - Scientific contributions on cleaner production through the use of patent information: a bibliometric analysis.....	13
	ARTIGO 2 – Bases de patentes como fonte de informação tecnológica na área de Engenharia I: evidências de especialistas brasileiros.....	57
	ARTIGO 3 [PRODUÇÃO TÉCNICA] – Trilha de aprendizagem para utilização de bases de patentes como fonte de informação tecnológica na pesquisa acadêmica-científica.....	86
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112
6	TRABALHOS FUTUROS.....	114
7	ATIVIDADES REALIZADAS DURANTE O DOUTORADO.....	115
8	REFERÊNCIAS.....	120
9	APÊNDICE A.....	131

1 INTRODUÇÃO

Informação e conhecimento são as bases do desenvolvimento acadêmico. Na era do conhecimento muitas informações estão disponíveis, as quais podem auxiliar e reduzir o tempo em pesquisas e avanços tecnológicos da academia e da indústria. Para isso, faz-se necessário filtrar as informações e acessar aquelas de maior qualidade. Nesse sentido, pode-se dizer que as bases de patentes apresentam informações que atendem o detalhamento necessário para a aplicação da tecnologia apresentada, bem como uma série de informações que podem ser replicadas, sejam elas de aplicação tecnológica em si, ou ainda de monitoramento tecnológico no que se refere a concorrentes e *stakeholders* do mercado nacional e internacional (UHM; RYU; JUN, 2017).

As patentes apresentam descrições de conceitos científicos e técnicos, bem como o detalhamento de processos e produtos, suficientemente claros para que técnicos no assunto consigam reproduzir a tecnologia contida no documento. Tal característica é um dos requisitos para que o pedido de patente seja concedido (MUELLER; PERUCCHI, 2014).

Apesar dos inúmeros benefícios e vantagens que o sistema de patentes apresenta, o seu desconhecimento por parte dos atores do setor econômico, e em alguns casos, acadêmico, faz com que não sejam aproveitadas as informações ali contidas. Segundo dados divulgados pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual, cerca de 70% da informação tecnológica mundial está disponível apenas no sistema de patentes, onde cerca de 2,5 milhões de novos pedidos são depositados e 1,2 milhões de patentes são concedidas a cada ano (BRASIL, 2020).

Além da possibilidade de realizar a busca de tecnologias vinculadas à área ambiental, o uso da informação tecnológica contida nas patentes evitaria o retrabalho e possibilitaria uma economia de recursos, incluindo a geração de resíduos e tempo.

Utilizando-se as bases de periódicos como referência, pode-se perceber que o tema ainda é pouco explorado em termos de pesquisa científica. Nesse sentido, destaca-se ainda um dos compromissos assumidos através da Agenda 21 das Nações Unidas (1992), no Capítulo 34, que diz respeito justamente às tecnologias verdes, consideradas para tal fim como aquelas ambientalmente sustentáveis, vinculando-se assim o tema à linha de pesquisa do Programa.

O uso das patentes como fonte de informação tecnológica permite identificar tecnologias desenvolvidas nas mais diversas áreas, identifica ainda rotas tecnológicas e diversos outros dados relevantes para os atores do processo de inovação (AMPARO; RIBEIRO; GUARIEIRO, 2012).

De acordo com Braga e Simeão (2018), existe uma conexão de suma importância que relaciona a informação tecnológica e o processo de geração de valor com apropriação de novas tecnologias. Indicam os autores ainda que uma das características fundamentais da informação tecnológica consiste justamente na habilidade de alterar meios de produção, possibilitando o desenvolvimento e adequando o conhecimento acadêmico-científico ao mercado (BRAGA; SIMEÃO, 2018).

Apesar do grande volume de informações e dados de invenções tecnológicas estarem disponíveis em bancos de patentes, poucos estudos têm abordado a busca destes conhecimentos prévios de tecnologias (CAVIGGIOLI, 2016; KYEBAMBE *et al.*, 2017). Linares, Paulo e Porto (2019) apontam que a informação tecnológica contida em banco de patentes pode ser alcançada através de buscas simples ou ainda através de estudos mais complexos de prospecção tecnológica.

Algumas metodologias já são conhecidas e utilizadas em base de patentes na busca de informações sobre tecnologias das mais diversas áreas do conhecimento. A variante na aplicação de uma ou mais delas, depende do resultado desejado que pode ser o conteúdo tecnológico, a avaliação do mercado, análise de futuro, nível de maturidade tecnológica, entre outros. Nesse contexto destaca-se algumas das metodologias aplicadas: metodologia de rotas tecnológicas ou rede de citação de patentes, mineração de texto, mapeamento patentário, entre outras. Observa-se que as metodologias mencionadas são apenas algumas das utilizadas nesse cenário, motivo que se faz necessário um estudo mais aprofundado para realizar o levantamento completo de mais opções disponíveis.

Adicionalmente, o trabalho está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Organizações Unidas (2024), em especial ao que tange a indústria, inovação e infraestrutura com o ODS 9, que prevê “Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação”, onde:

Objetivo 9.4: Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades;

Objetivo 9.5: Fortalecer a pesquisa científica, melhorar as capacidades tecnológicas de setores industriais em todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, inclusive, até 2030, incentivando a inovação e aumentando substancialmente o número de trabalhadores de pesquisa e desenvolvimento por milhão de pessoas e os gastos público e privado em pesquisa e desenvolvimento (ONU, 2024).

Deste modo, a questão de pesquisa que permeia o presente trabalho de tese é: Será que, com a identificação de metodologias promotoras do uso de patentes como fonte de informações

tecnológicas para pesquisas acadêmicas, em especial aplicadas na área de produção mais limpa e tecnologias limpas, é possível (ou necessário) a criação de uma nova metodologia?

Considerando estes aspectos, a pesquisa desenvolvida nesta tese de doutorado está vinculada à linha 2 (Revalorização, Tratamento e Disposição de Resíduos Sólidos e Emissões Atmosféricas) do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental. Esta pesquisa apresenta inovação e multidisciplinaridade através da aplicação de ferramentas que relacionam o uso do sistema de propriedade industrial como fonte de informação tecnológica na produção acadêmica em tecnologias limpas, do desenvolvimento de um artefato como meio para o uso e da análise e discussão dos resultados obtidos.

Assim, a presente tese é dividida em introdução, objetivo principal e específicos, metodologia, fundamentação teórica, artigos desenvolvidos e considerações finais. Constam ainda apontamentos para trabalhos futuros e as atividades realizadas durante o desenvolvimento do programa. Essas informações foram organizadas em capítulos que apresentam a tese de modo a satisfazer os objetivos específicos propostos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

ARTIGO 1 - Scientific contributions on cleaner production through the use of patent information: a bibliometric analysis

Isabel Grunevald¹, Liane Mahlmann Kipper¹, Jorge André Ribas Moraes¹, Leandro Haupt²

¹ Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental – PPGTA, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil.

² Programa de Pós-graduação em Sistemas e Processos Industriais - PPGSPI, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil.

O Artigo 1 é uma revisão sistemática da literatura que tem como objetivo analisar o estado da arte sobre o uso de informações de patentes para produção científica em produção mais limpa, identificando o cenário de publicações científicas envolvendo o assunto. Este artigo foi submetido ao *Journal Renewable and Sustainable Energy Reviews* em 27 de outubro de 2022 e publicado em 04 de outubro de 2023. A revista possui Qualis CAPES A1 (quadriênio 2017-2020).

Abstract: Patent bases are still underused in academic studies. On the other hand, the development and implementation of cleaner production requires innovative solutions. The present paper aims to analyze the state of the art that uses the information in patents for scientific production and technological monitoring in cleaner production. Its construction is based on applying bibliometric techniques using the Scopus database, considering 1993–2022, and analyzing the basic characteristics of fifty identified publications. This analysis shows that the relationship between scientific production and technological monitoring of cleaner production through patents is still incipient. In contrast, most studies identified used patent data for statistical, economic and production evaluations, but not exactly on clean technologies and their evolution and application concerning the state of the art contained and available in patents. Patent documents present detailed information regarding products and processes, becoming a valuable data and knowledge source for sustainability research, where, among several possibilities, it is possible to identify sustainable technologies, emerging trends,

environmental impact assessments of various processes, technical and economic viability, research opportunities, among others.

*Keywords: Scientific production Cleaner production Patents Technological monitoring
Bibliometric analysis*

8 REFERÊNCIAS

- Aghion P, Dechezleprêtre A, Hémous D, Martin R, Van Reenen J. (2016). Carbon taxes, path dependency, and directed technical change: Evidence from the auto industry. *Journal of Political Economy*, v. 124, p. 1-51.
- Amparo, K. K. S. et al. (2012). Estudo de caso utilizando mapeamento de prospecção tecnológica como principal ferramenta de busca científica. *Perspectivas em ciência da informação*, 17(4), 195-209. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-99362012000400012>
- Amparo, Keize Katiane dos Santos; Ribeiro, Maria do Carmo Oliveira; Guarieiro, Lílian Lefol Nani (2012). Estudo de caso utilizando mapeamento de prospecção tecnológica como principal ferramenta de busca científica. *Perspectivas em ciência da informação* [online], vol. 17, n. 4, p. 195-209. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-99362012000400012>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- Andrade EM, Andrade FC, Santos, JM (2016). Produção mais limpa e ecoeficiência como ferramenta do engenheiro. In: *Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe*, 8, p. 163-172. <http://simprod.ufs.br/pagina/20298>. [accessed 02 June 2023].
- Antunes, A. M. S. et al. (2018). Métodos de prospecção tecnológica, inteligência competitiva e *foresight*: principais conceitos e técnica. In: Ribeiro, N. M. (Org.). *Prospecção tecnológica*, 19-108. <http://www.profnit.org.br/pt/livros-profnit/>
- Antunes, Adelaide Maria de Souza et al (2018). Métodos de Prospecção Tecnológica, Inteligência Competitiva e Foresight: principais conceitos e técnica. In: RIBEIRO, Núbia Moura (Org.). *Prospecção tecnológica*. E-book, p. 19-108. Disponível em: <http://www.profnit.org.br/pt/livros-profnit/>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- Asche, G. (2017). “80% of technical information found only in patents” e Is there proof of this? *World Patent Information*, 48, 16-28. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2016.11.004>
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR ISO 14001:2015 – Sistema de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- Avanci, V. L. & Ruiz, A. U. (2021). Technology cycles and the evolution of the knowledge base complexity since the 1980s. *Revista Brasileira de Inovação*, 20, 1-24. <https://doi.org/10.20396/rbi.v20i00.8655490>
- Babbie, E. (1999). *Métodos de Pesquisa de Survey*, UFMG, 519p.
- Barbieri N, Ghisetti C, Gilli M, Marin G, Nicolli F (2016). A survey of the literature on environmental innovation based on main path analysis. *Journal of Economic Surveys*, v. 30, n. 3, p. 596–623. <https://doi.org/10.1111/joes.12149>.
- Barbosa, D. B. (2003) *Uma introdução à propriedade intelectual*. Lumen Juris, 951p.
- Bardin, L. (2009). *Análise de conteúdo*. Edições 70, 118p.

Bayer P, Dolan L, Urpelainen J (2013). Global patterns of renewable energy innovation, 1990–2009. *Energy for Sustainable Development*, v. 17, p. 288-295. <http://dx.doi.org/10.1016/j.esd.2013.02.003>.

Beristain-Montiel E, Villalobos-Pietrini R, Arias-Loaiza GE, Gómez-Arroyo SI, Amador-Muñoz O (2016). An innovative ultrasound assisted extraction micro-scale cell combined with gas chromatography/mass spectrometry in negative chemical ionization to determine persistent organic pollutants in air particulate matter. *Journal of Chromatography A*, v. 1477, p. 100-107. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2016.11.043>.

Bilan, Yuriy; Pimonenko, Tetyana; Starchenko, Lyudmila (2020). Sustainable business models for innovation and success: bibliometric analysis. E3S Web of Conferences. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015904037>. Acesso em: 18 jun. 2020.

Braga, T. E. N. & Simeão, E. L. M. S. (2018). A informação tecnológica no Brasil: evolução da produção científica sobre o tema. *Informação & Sociedade*, 28(3), 287-304. <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/ies/article/view/41856>

Brasil. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). (2023). Cursos recomendado/reconhecidos – por área de avaliação – Engenharias I / Engenharia Sanitária. <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/quantitativos/quantitativoIes.jsf?areaAvaliacao=10&areaConhecimento=30700000>

Brasil. Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI. <http://www.inpi.gov.br>; 2022. [accessed 01 August 2022].

_____. Patentes verdes. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/patentes/patentes-verdes-v2.0>. Acesso em: 24 jun. 2020.

_____. (2023). Site institucional. Disponível em www.inpi.gov.br.

_____. Diretoria Executiva. Assessoria de Assuntos Econômicos. (2021). *Indicadores de Propriedade Industrial 2020*. INPI, 50p. https://www.gov.br/inpi/pt-br/acesso-a-informacao/boletim-mensal/arquivos/documentos/indicadores-2020_aecon_vf-27-01-2021.pdf

Brasil. Lei n. 9.279 (1996). Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19279.htm

Bulma Tecnologia (2010). Sistema de secado combinado para cerâmica mediante tecnologia microondas para el sector de la cerámica hasta formato 1200. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, v. 49, p. 8-12, mar-apr.

Burian G (1993). Environmental protection and environmental data bank in the EEC countries, Austria and Eastern Europe. *Veitsch-Radex Rundschau Issue*, 1-2, p. 326-328, jun.

Burin, H. P. et al (2015). A produção mais limpa como ferramenta complementar de um Sistema de gestão ambiental. Congresso de Engenharia Ambiental do Sul do Brasil, Porto Alegre.

Calmon de Passos PN (2009). A conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. *Revista Direitos Fundamentais & Democracia*, v. 6, p. 1-25, dez.

Cavalcante, F. V.; Renault, T. B. (2023). Desenvolvimento de competências de escritórios de transferência de tecnologia: uma proposta baseada em processos aprendizagem e na gestão por competências no contexto de uma instituição pública. *Revista de Gestão e Secretariado*, v. 14(7), 12036–12060. <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i7.2408>.

Cavaggioli, F. (2016) Technology fusion: Identification and analysis of the drivers of technology convergence using patent data. *Technovation*, 55-56, 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.04.003>

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE. (2021). *Panorama da ciência brasileira: 2015-2020*. Boletim Anual OCTI Ano 1. CCGE, 200p. https://www.cgee.org.br/documents/10195/11009696/CGEE_Pan_Cie_Bra_2015-20.pdf

_____. (2023). *3º Boletim Anual do OCTI 2022*. <https://www.cgee.org.br/home>

Chagas, R. A. C. et al. (2021). Trilhas de Aprendizagem, Metodologias Ativas e Ágeis para o Autodesenvolvimento. *Olhares & Trilhas*, v. 23, n. 3, p. 1215–1234. DOI: 10.14393/OT2021v23.n.3.59933.

Chang CH, Sam AG (2015). Corporate environmentalism and environmental innovation. *Journal of Environmental Management*, v. 153, p. 84-92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.01.010>.

Chen YH, Chen CY, Lee SC (2011). Technology forecasting and patent strategy of hydrogen energy and fuel cell Technologies. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 36, p. 6957-6969, jun. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2011.03.063>.

Cheng W (2022). Intellectual Property and International Clean Technology Diffusion: Pathways and Prospects. *Asian Journal of International Law*, v. 12, p. 370-402. doi:10.1017/S2044251322000108.

Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Agenda 21. 1992. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>. Acesso em: 27 jun. 2020.

Cornwell D, Messinger M (2006). Patent pollution. *Energy (Norwalk, Connecticut)*, v. 31, p. 43-45.

Corsatea TD (2014). Technological capabilities for innovation activities across Europe: Evidence from wind, solar and bioenergy Technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 37, p. 469–479, jun. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.04.067>.

Cui J, Dai J, Wang Z, Zhao X (2022). Does Environmental Regulation Induce Green Innovation? A Panel Study of Chinese Listed Firms. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 176, 121492. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121492>.

- Cunha, K. C. T. et al. (2023). Documentos de patente como fonte de informação para estudos científicos e tecnológicos na área das ciências sociais aplicadas. *International Journal of Innovation*, 11(1), 1-36, e22122. <https://doi.org/10.5585/2023.22122>
- Dauda L, Long X, Mensag CN, Salman M, Boamah KB, Ampon-Wireko S, Dogbe CSK (2021). Innovation, trade openness and CO2 emissions in selected countries in Africa. *Journal of Cleaner Production*, v. 281, p. 125-143, jan. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125143>.
- Dechezleprêtre A, Muckley CB, Neelakantan P (2020). Is firm-level clean or dirty innovation valued more? *The European Journal of Finance*, v. 26, p. 31-61, jul. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2020.1785520>.
- Derclaye E (2009). Patent law's role in the protection of the environment: re-assessing patent law and its justifications in the 21st century. *International Review of Intellectual Property and Competition Law*, v. 40, p. 1-14.
- Emodi NV, Bayaraa Z, Yusuf SD (2015). Energy Technology Innovation in Brazil. *International Journal of Energy Economics and Policy*, v. 5, p. 263-287.
- European Patent Office. (2007). *Why researchers should care about patents*. EPO, 8p. https://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download_en/patents_for_researchers.pdf
- Ferraz, M. C. C. (2008). Reflexões sobre o uso de documentos de patentes em cursos de graduação. *Revista Brasileira de Inovação*, 7(2), 287-312. <https://doi.org/10.20396/rbi.v7i2.8648966>
- Ferreira, A. A. et al. (2009). Patente como instrumento competitivo e como fonte de informação tecnológica. *Gestão & Produção*, 16(2), 209-221. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2009000200005>
- Ferreira, N. S. A. (2002). As pesquisas denominadas “estado da arte”. *Educação & Sociedade*, 79. <https://doi.org/10.1590/S0101-73302002000300013>
- Freitas, I. A; Brandão, H. P. (2005). Trilhas de aprendizagem como estratégia para desenvolvimento de competências. In: *Anais do 29º ENANPAD*. Brasília: ANPAD, 2005. Disponível em: <https://doceru.com/doc/n008n8cn>.
- Fritsch Denes QR, Schneider RC, Kipper LM (2022). Life cycle assessment and relations with triple bottom line in meat production: a systematic approach about cleaner production. *Management of Environmental Quality*, v. 33, n. 6, p. 1528-1552. <https://doi.org/10.1108/MEQ-09-2021-0206>.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. Atlas, 23p.
- Goldstein A, Dobliger C, Baker E, Díaz Anadón L (2020). Patenting and business outcomes for cleantech startups funded by the Advanced Research Projects Agency-Energy. *Nature Energy*, v. 5, p. 803-810, sep. <https://doi.org/10.1038/s41560-020-00683-8>.

Gomes, R. C. et al. (2019). Methodological proposal for the use of patents in research of interorganizational collaboration networks for innovation. *Journal of Environmental Management & Sustainability*, 8(3). <https://doi.org/10.5585/geas.v8i3.15777>

GRUNEVALD, I. et al. (2023). Scientific contributions on cleaner production through the use of patent information: A bibliometric analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 188. DOI: 10.1016/j.rser.2023.113785.

GRUNEVALD, I. et al. (2024). *Bases de patentes como fonte de informação tecnológica na área de engenharia I: evidências de especialistas brasileiros*. Manuscrito submetido para publicação.

Haase, H. et al. (2005). Inovações vistas pelas patentes: exigências frente às novas funções das universidades. *Revista Brasileira de Inovação*, 4(2). <https://doi.org/10.20396/rbi.v4i2.8648916>

Hirata, D. et al. (2015). O uso de Informações patentárias para a valorização de resíduos industriais: o caso do lodo de tratamento de esgoto doméstico. *Revista de Ciências da Administração*, 17(43), 55-71. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-8077.2015v17n43p55>

Hu Y, Sun S, Dai Y (2021). Environmental regulation, green innovation, and international competitiveness of manufacturing enterprises in China: From the perspective of heterogeneous regulatory tools. *PLoS ONE*, v. 16, p. 1-28, mar. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249169>.

International Organization For Standardization. *ISO 31000: Risk management*. 2009.

Islam M, Fremeth A, Marcus A (2018). Signaling by early stage startups: US government research grants and venture capital funding. *Journal of Business Venturing*, v. 33, p. 35-51. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2017.10.001>.

Jannuzzi, A. H. L. & Souza, C. G. (2008). Patentes de invenção e artigos científicos: especificidades e similitudes. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, 5(9). <https://doi.org/10.21713/2358-2332.2008.v5.144>

Jin S, Wang W, Ostic D, Zhang C, Lu N, Wang D, Ni W. Air quality and health benefits of increasing carbon mitigation tech-innovation in China. *Environmental Science and Pollution Research*. doi:10.1007/s11356-022-22602-y.

Kangas H L, Ollikka K, Ahola J, Kim Y (2021). Digitalisation in wind and solar power technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 150, 111356. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111356>.

Khan H, Weili L, Khan I (2022). Environmental innovation, trade openness and quality institutions: an integrated investigation about environmental sustainability. *Environment, Development and Sustainability*, v. 24, p. 3832–3862. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01590-y>.

Kim D, Kim N, Kim W (2018). The effect of patent protection on firms' market value: The case of the renewable energy sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 82, p. 4309-4319. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.001>.

- Kim, J., Jun, S. (2015). Graphical causal inference and copula regression model for apple keywords by text mining. *Advanced Engineering Informatics*, 29, 918-929. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2015.10.001>
- _____. (2015). Graphical causal inference and copula regression model for apple keywords by text mining. *Advanced Engineering Informatics* [online], vol. 29, p. 918-929. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2015.10.001>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- Kumar A, Kadiyala A, Poosarala VV (2010). A review of patents on treatment methods for waste minimization. *Recent Patents on Chemical Engineering*, v. 3, p. 99-107.
- Kyebambe, M. N. et al. (2017). Forecasting emerging technologies: A supervised learning approach through patent analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 125, 236-244. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.08.002>
- Lacerda, Daniel Pacheco et al (2013). Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. *Gestão & Produção* [online], vol. 20, n. 4, p. 741-761. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/gp/v20n4/aop_gp031412.pdf. Acesso em: 29 jun. 2020.
- Langinier C, Chaudhuri AR (2020). Green Technology and Patents in the Presence of Green Consumers. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, v. 7, p. 73-101. <https://doi.org/10.1086/705565>.
- Laurens P, Le Bas C, Lhuillery S, Schoen A (2017). The determinants of cleaner energy innovations of the world's largest firms: the impact of firm learning and knowledge capital. *Economics of Innovation and New Technology*, v. 26, p. 311-333. <https://doi.org/10.1080/10438599.2016.1193940>.
- Laurens P, Le Bas C, Lhuillery S (2018). Firm specialization in clean energy technologies: The influence of path dependence and technological diversification. *Revue d'Economie Industrielle*, v. 164, p. 73-106.
- Li D, Heimeriks G, Alkemade F (2021). Knowledge flows in global renewable energy innovation systems: the role of technological and geographical distance. *Technology Analysis & Strategic Management*, mar. <https://doi.org/10.1080/09537325.2021.1903416>.
- Li K, Lin B, Liu X (2015). How policy strategies affect clean coal technology innovation in china? A patent-based approach. *Energy & Environment*, v. 26, p. 1015-1033.
- Lin S, Wang B, Wu W, Qi S (2018). The potential influence of the carbon market on clean technology innovation in China. *Climate Policy*, v. 18, p. 71-89, 2018. <https://doi.org/10.1080/14693062.2017.1392279>.
- Linares, I. M. P. et al. (2019). Patent-based network analysis to understand technological innovation pathways and trends. *Technology in Society*, 59, 101-134. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.04.010>

- Linnenluecke M, Smith T, Mcknight B (2016). Environmental finance: A research agenda for interdisciplinary finance research. *Economic Modelling*, v. 59, p. 124–130, dec. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.07.010>.
- Linnenluecke MK, Han J, Pan Z, Smith T (2019). How markets will drive the transition to a low carbon economy. *Economic Modelling*, v. 77, p. 42–54, mar. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.07.010>.
- Lubango, LM (2020). Effects of international co-inventor networks on green inventions in Brazil, India and South Africa. *Journal of Cleaner Production*, v. 244, p. 1-11, jan. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118791>.
- Martínez-Zarzoso I, Bengochea-Morancho A, Morales-Lage R (2019). Does environmental policy stringency foster innovation and productivity in OECD countries? *Energy Policy*, v. 134, p. 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.110982>.
- Melo, Paulo; Maravilhas, Sérgio (2019). Patent documentation as a source of innovation for sustainable development. *Journal on Innovation and Sustainability RISUS*, v. 10, n. 4, p. 16-26.
- Menezes, C. C. N. et al. (2016). Mapeamento de tecnologias ambientais: um estudo sobre patentes verdes no Brasil. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 5(1), 110-127. <https://doi.org/10.5585/geas.v5i1.369>
- Mueller, S. P. M., Perucchi, V. (2014). Universidades e a produção de patentes: tópicos de interesse para o estudioso da informação tecnológica. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 19(2), 15-36. <https://doi.org/10.1590/1981-5344/1828>
- Nações Unidas Brasil (2024). Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Nações Unidas Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 01 fev. 2024.
- Nascimento, R. S.; Speziali, M. G. (2020). Patentometria: a utilização de dados contidos em patentes como mecanismo de análise da predominância tecnológica dos NITs. *Anais: IV EIGEDIN*, 2020.
- Nayak L, Mishra SP (2016). Prospect of bamboo as a renewable textile fiber, historical overview, labeling, controversies and regulation. *Fashion and Textiles*, v. 3, p. 2-23.
- Pan X, Cao Y, Pan X, Uddin MK (2021). The cleaner production technology innovation effect of environmental regulation policy: evidence from China. *Management of Environmental Quality*, v. 32, n. 4, p. 737-751. <https://doi.org/10.1108/MEQ-10-2020-0227>.
- Paranhos, R. C. S. & Ribeiro, N. M. (2018). Importância da prospecção tecnológica em base de patentes e seus objetivos da busca. *Cadernos de Prospecção*, 11(5), 1274-1292. <http://dx.doi.org/10.9771/cp.v12i5.28190>
- Pearson DH (2011). Potential threats to patent rights in climate-friendly technologies. *European Journal of Risk Regulation*, v. 2, p. 247-254. <https://doi.org/10.1017/S1867299X00001203>.

- Perianes-Rodriguez A, Waltman L, Van Eck NJ (2016). Constructing bibliometric networks: A comparison between full and fractional counting. *Journal of Informetrics*, v. 10, p. 1178-1195, nov. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.10.006>.
- Perrons RK, Jaffe AB, Le T (2021). Linking scientific research and energy innovation: A comparison of clean and dirty technologies. *Energy Research & Social Science*, v. 78, p. 102-122. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102122>.
- Persoon PGJ, Bekkers RNA, Alkemade F (2020). The science base of renewables. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 158, p. 120-121. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120121>.
- Persoon, P. G. J. et al. (2020). The science base of renewables. *Technological Forecasting & Social Change*, 158, 120-121. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120121>
- PIMENTA, F. P. (2017). A patente como fonte de informação (des)necessária para a Biotecnologia em Saúde. *TransInformação*, 29(3), 323-332. <https://doi.org/10.1590/2318-08892017000300009>
- Pinto, J. C. et al. (2017). O uso de patentes como instrumento metodológico para ensino multidisciplinar das inovações tecnológicas. In: *Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional*.
- Prodanov, C. C.; Freitas, E. C (2013) *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. Novo Hamburgo: Feevale.
- Qi, Z. et al. (2023). Patent mining on soil pollution remediation technology from the perspective of technological trajectory. *Environmental Pollution*, 316(1), 120661. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120661>
- Quintella, C. M. et al. (2011). Prospecção Tecnológica como uma Ferramenta Aplicada em Ciência e Tecnologia para se Chegar à Inovação. *Rev. Virtual Quim.*, v. 3 (5), 406-415.
- Rimmer M, Lloyd M, Mokdsi G, Spielthener D, Driver E (2015). Intellectual Property and Biofuels: The Energy Crisis, Food Security, and Climate Change. *The Journal of World Intellectual Property*, v. 18, p. 271–297. <https://doi.org/10.1111/jwip.12043>.
- Rodrigues T, Braghini Junior A (2019). Technological prospecting in the production of charcoal: A patent study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 111, p. 170–183. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.04.080>.
- Rosencranz, A. et al. (2018). Climate Change and the Patent Regime: Are Patents the Answer? *Journal of Intellectual Property Rights*, v. 23, p. 22-26.
- Sanni M, Adelowo CM, Ogunkanbi DA, Oyewale AA, Dada AD, Muritala BR (2016). Climate change and intellectual property rights in Africa: Environmental necessity-economic opportunity. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, v. 8, p. 377-385. <https://doi.org/10.1080/20421338.2016.1219482>.

- Scarpellini S, Marín-Vinuesa LM, Portillo-Tarragona P, Moneva JM (2018). Defining and measuring different dimensions of financial resources for business eco-innovation and the influence of the firms' capabilities. *Journal of Cleaner Production*, v. 204, p. 258-269. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.320>.
- Scartassini, V. B. & Moura, A. M. M. (2020). Relação entre produção de artigos e patentes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e o financiamento de pesquisa. *Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação*, 13(3), 915-935. <http://dx.doi.org/10.26512/rici.v13.n3.2020.30936>
- SENAI.RS. Cinco fases da implantação de técnicas de produção mais limpa. Porto Alegre, UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, 2003.
- Silva AM (2009). Carrying capacity in agriculture: Environmental significance and some related patents. *Recent Patents on Food, Nutrition and Agriculture*, v. 1, p. 100-103.
- Silva Filho, Julio Cesar Gomes da et al (2007). Aplicação da Produção mais Limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua. *Production [on line]*, jan./abr., vol.17, n.1. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132007000100008>. Acesso em: 18 ago. 20.
- Singh, V. et al. (2016). *Patent database: their importance in prior art documentation and patent search*.
- Snyder G (2004). Bye-bye dirty. *Stitches Magazine*, v. 18, p. 60-63.
- Song, K. et al. (2017). Discovering new technology opportunities based on patents: text-mining and F-term analysis. *Technovation*, 60-61, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.03.001>
- Song, Kisik; Kim, Karp Soo; Lee, Sungjoo (2017). Discovering new technology opportunities based on patents: text-mining and F-term analysis. *Technovation [online]*, fev., vol. 60-61, p. 1-14. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.03.001>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- Spreafico C, Landin D, Russo D (2023). A new method of patent analysis to support prospective life cycle assessment of eco-design solutions. *Sustainable Production and Consumption*, v. 38, p. 241–251. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.04.006>.
- Stepanets AA, Goryunov IT, Gus'kov YL (1995). Energy-saving complexes, based on the use of the pressure difference in gas pipelines. *Teploenergetika*, v. 6, p. 33-35.
- Suh, Y. & Jeon, J. (2019). Monitoring patterns of open innovation using the patent-based brokerage analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 595-605. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.037>
- Sydor M, Kurasiak-Popowska D, Stuper-Szablewska K, Rogoziński T. Camelina sativa (2022). Status quo and future perspectives. *Industrial Crops and Products*, v.187, Part B. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115531>.

- Taylor MR (2012). Innovation under cap-and-trade programs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 109, p. 4804-4809. <https://doi.org/10.1073/pnas.1113462109>.
- Teixeira, C. H. S. B. et al. (2017). O desenvolvimento do conhecimento na pesquisa e desenvolvimento e o registro através de patentes no Brasil – uma experiência profissional. *Research, Society and Development*, 6(4), 370-381. <https://doi.org/10.17648/rsd-v6i4.195>
- Toledo, A. G. L. & Campos, L. A. (2018). Patentes verdes e o setor de fabricação de abrasivos no Brasil: discutindo o potencial estratégico do programa à luz do *shared value*. *Revista Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 7(1), 146-161. <https://doi.org/10.5585/geas.v7i1.313>
- Tolochko P, Vadrot ABM (2021). Selective world-building: Collaboration and regional specificities in the marine biodiversity field. *Environmental Science & Policy*, v. 126, p. 79-89. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.09.003>.
- Turkina E, Oreshkin B (2021). The Impact of Co-Inventor Networks on Smart Cleantech Innovation: The Case of Montreal Agglomeration. *Sustainability*, v. 13, p. 1-17. <https://doi.org/10.3390/su13137270>.
- Uddin Z, Ahmad F, Ullan T, Nawab Y, Azam F, Rasheed A, Zafar MS (2021). Recent trends in water purification using electrospun nanofibrous membranes. *International Journal of Environmental Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03603-9>.
- Uhm, Daiho; Ryu, Jea-Bok; Jun, Sunghae (2017). An Interval Estimation Method of Patent Keyword Data for Sustainable Technology Forecasting. *Sustainability* [online], vol. 9. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su9112025>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- Van den Berge M; Weteringsb A, Alkemade F (2020). Do existing regional specializations stimulate or hinder diversification into cleantech? *Environmental Innovation and Societal Transitions*, v. 35, p. 185-201. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.10.002>.
- Van der Waal, J. W. H. et al. (2021). The innovative contribution of multinational enterprises to the sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 285, 125319. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125319>
- Van Eck NJ, Waltman L (2014). Visualizing bibliometric networks. In Y. Ding, R. Rousseau, & D. Wolfram (Eds.), *Measuring scholarly impact: Methods and practice*, p. 285-320. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_13.
- Wang J, Fan G, Dong H, Fei Z, Chen W, Lu H (2011). Recent patents review on electrodeionization. *Recent Patents on Chemical Engineering*, v. 4, p. 183-198.
- World Intellectual Property Organization – WIPO. (2022). *World Intellectual Property Indicators 2022*. 185p. <https://doi.org/10.34667/tind.47082>

_____. *Patent information and development*.

<https://www.wipo.int/edocs/mdocs/sme/en/wipo_wasme_ipr_ge_03/wipo_wasme_ipr_ge_03_5-main1.pdf>. [accessed 17 February 2022].

Worrell E. et al (2000). Industry. *Methodological and Technological Issues in Technology Transfer*, p. 219-239.

Xia H, Fan T, Chang X (2019). Emission Reduction Technology Licensing and Diffusion Under Command-and-Control Regulation. *Environ Resource Economics*, v. 72, p. 477–500. <https://doi.org/10.1007/s10640-017-0201-0>.

Yin J, Gong L, Wang S (2018). Large-scale assessment of global green innovation research trends from 1981 to 2016: A bibliometric study. *Journal of Cleaner Production*, v. 197, p. 827-841. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.169>.

Zhang SG, Ma KS, Chen DH, Song T (2014). Cleaner production technology practice of Asia Pacific SSYMB Pulp & Paper Co., Ltd. *Chung-kuo Tsao Chih/China Pulp and Paper*, v. 33, p. 50-57.

Zhao R, Zhao L, Deng S, Zheng N (2015). Trends in patents for solar thermal utilization in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 52, p. 852–862. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.181>.

Zhao, J. et al. (2022). Riding the FinTech innovation wave: FinTech, patents and bank performance. *Journal of International Money and Finance*, v. 122, p. 102552.

Zhuang, T. et al. (2021). Triple helix relationship research on China's regional university–industry–government collaborative innovation: Based on provincial patent data. *Growth and Change*, v. 52, n. 3, p. 1361-1386.