

## 1 Introdução

Com o avanço da tecnologia e o surgimento da quarta revolução industrial, a indústria 4.0, é de grande interesse das empresas a proteção de seus desenvolvimentos tecnológicos e invenções, resultado de grandes investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

Essa proteção visa, principalmente, impedir a concorrência desleal, que ocorre quando uma empresa copia a tecnologia de outra empresa e a lança no mercado, obtendo lucros sobre um desenvolvimento para o qual não investiu nada em pesquisa e desenvolvimento. Desse modo, essa proteção se dá por meio da concessão de patentes que, no Brasil, por exemplo, é feita pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

À medida que a concessão de patentes se torna cada vez mais frequente, as pesquisas científicas envolvendo métricas para mensurar o desenvolvimento tecnológico baseadas em dados de patentes também tendem a crescer. Nesse sentido, Trajtenberg (1990) foi um dos precursores ao utilizar os dados de citações recebidas por uma patente para mensurar a qualidade dessa patente.

A partir daí, diversos autores foram desenvolvendo diferentes métricas com base em dados de patentes com objetivos cada vez mais distintos, mas as medições da qualidade, do impacto e do valor de uma patente, e da organização que detém seus direitos, são notáveis na literatura.

É interessante observar que após a iniciativa de Trajtenberg (1990), que propôs a contagem de citações de forma primordialmente manual, o avanço da tecnologia e das técnicas de análises de dados possibilitou diversas melhorias e otimizações na análise dos dados de patentes.

Por exemplo, com o surgimento de softwares de análises de dados, começaram a aparecer propostas de análise de dados de patentes baseadas em análise de redes, utilizando grandes quantidades de informações (Yoon & Park, 2004; Chen et al., 2011; Choi & Hwang, 2014).

Houve também diversos autores que, para medir a qualidade e o impacto das patentes, propuseram diferentes modelos matemáticos que utilizam como variáveis os metadados de patentes (Cassiman et al., 2008; Guan & Gao, 2009; OuYang & Weng, 2011; Trappey et al., 2012; Yoon & Kim, 2012; Huang, 2016; Chang, Chang & Fan, 2018).

Mais recentemente, há estudos na literatura em que os autores fazem uso da inteligência artificial para avaliar os dados de patentes (Jun, 2018; Uhm, Ryu & Jun, 2020, Aristodemou & Tietze, 2018b) e também já há estudos que envolvem as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 na análise de patentes (Gao et al., 2021).

Com tantas propostas que podem ser encontradas na literatura para mensurar a qualidade e o impacto das patentes, este trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão bibliométrica da literatura no intuito de explorar e enxergar os principais aspectos desse campo de estudo.

O presente trabalho está dividido da seguinte forma: na seção 1 foi apresentada a introdução; na seção 2 é apresentado o método de pesquisa; na seção 3 é apresentada a revisão bibliométrica, o resultado desse trabalho; na seção 4 são apresentadas as conclusões e, na seção 5, as referências que fundamentaram esta pesquisa.

## 2 Método de pesquisa

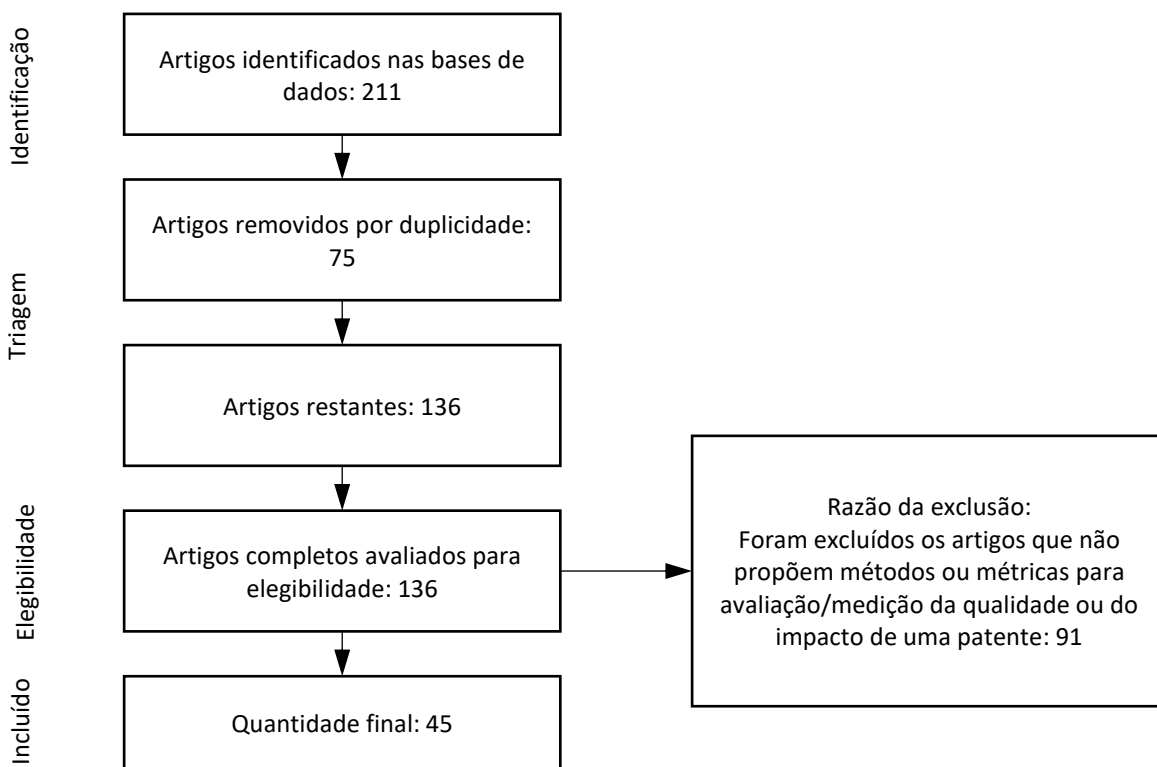
Quanto à caracterização, o presente trabalho é de natureza aplicada (Marconi & Lakatos, 2010), com abordagens qualitativa e quantitativa (Kumar, 2011; Bryman, 1989) e objetivo exploratório (Marconi & Lakatos, 2010). O método consiste na revisão bibliométrica (Cooper

& Lindsay, 1998), cuja finalidade é mensurar quantitativamente a produção científica e identificar as características das publicações por meio de gráficos e dados quantitativos (Pritchard, 1969).

Para a busca dos artigos, foram utilizadas as seguintes palavras-chave da seguinte forma: "patent level" OR "patent impact" OR "patent quality" AND "evaluation" OR "measurement" OR "analysis" OR "analytics" AND "model" OR "method". A busca foi realizada nos seguintes portais e bases de dados: *Science Direct, Emerald, Scopus, Taylor & Francis, Scielo, Willey Library*, Portal de periódicos Capes, *Proquest e Web of Science*. Os filtros utilizados nas buscas foram: palavras-chave presentes no título ou no resumo; somente artigos científicos publicados em periódicos; artigos em inglês, português ou espanhol.

De acordo com Bardin, (1986), para selecionar os artigos, é importante levantar uma questão de pesquisa. Nesse sentido, a seguinte questão foi levantada para guiar a pesquisa: Quais são os modelos ou métricas existentes para avaliar a qualidade ou o impacto de uma patente?

A partir dessa questão de pesquisa, e tomando como exemplo as pesquisas de Oliveira Neto *et al.* (2018), Erthal e Marques (2018), Akmal *et al.* (2018), e Costa, Oliveira Neto e Leite (2020), um conjunto de critérios de inclusão e exclusão de artigos foi adotado e estruturado com base nos itens de relatório preferenciais para revisões sistemáticas e meta-análises (PRISMA) estabelecido por Moher *et al.* (2009), conforme apresentado na figura 2.1.



**Figura 2.1 – Diagrama de seleção e avaliação dos artigos**

Fonte: adaptado de Moher et al. (2009).

Conforme pode ser visto na Figura 2.1, a busca resultou em 211 artigos, dos quais, excluindo-se os repetidos, restaram 136 que foram lidos considerando-se os critérios para

exclusão descritos acima, chegando, ao final, a 45 artigos considerados válidos para o presente trabalho.

A revisão bibliométrica no presente trabalho levou em consideração as informações presentes não só nos 45 artigos selecionados como também as informações dos artigos das referências desses 45 artigos, portanto, a revisão bibliométrica do presente trabalho utilizou informações de um total de 1557 artigos.

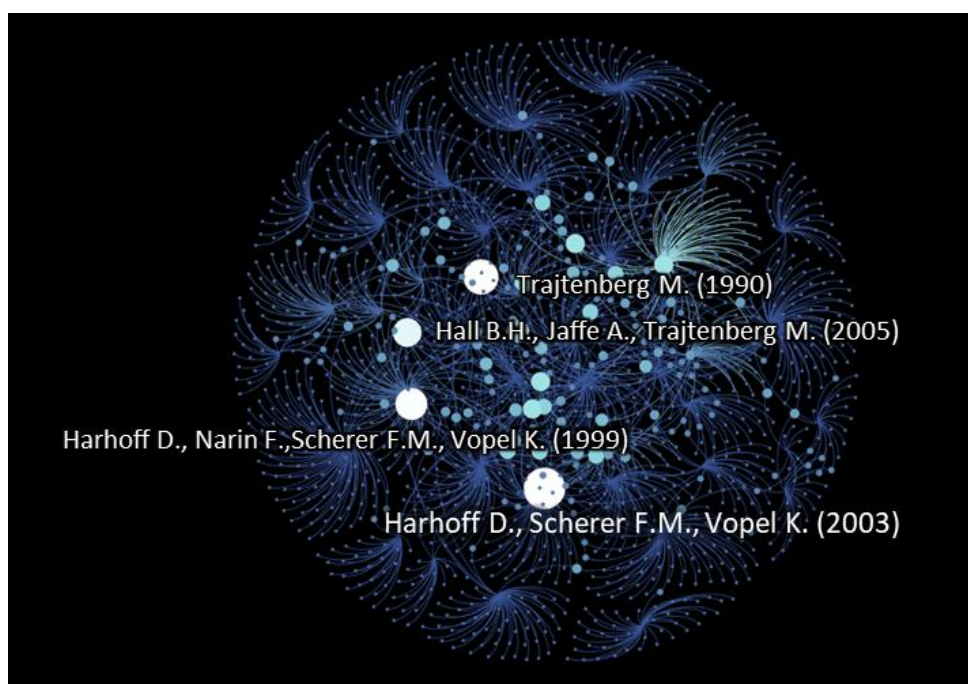
As métricas utilizadas na revisão bibliométrica foram: citações recebidas, palavras-chave, colaboração entre autores, publicações por período, publicações por países, colaboração entre países, publicações por universidades, colaboração entre universidades e publicações por periódico.

Para a estratificação dos dados foram criados gráficos e grafos, sob o auxílio dos *softwares* Excel e Gephi 0.9.2., sendo que a análise, no caso dos grafos, foi feita com técnicas de análise de redes, utilizando-se métricas como, modularidade (*clustering*), centralidade e graus de entrada e saída.

### 3 Revisão bibliométrica

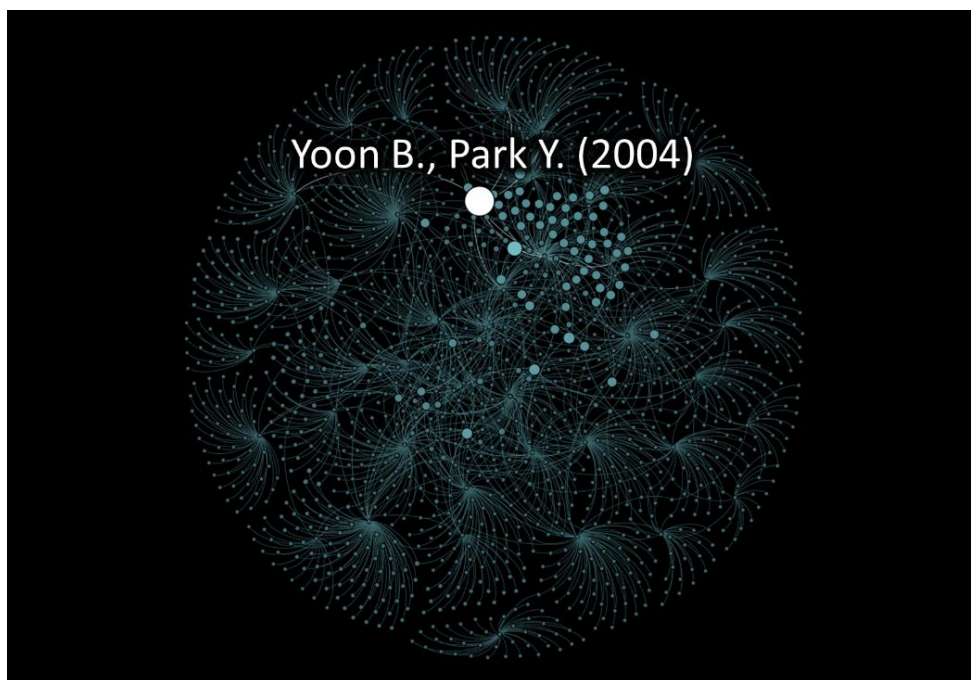
De acordo com os critérios de coleta e seleção de artigos descritos anteriormente, foram selecionados 45 artigos na literatura. Nas referências dos 45 artigos selecionados foram identificados 1512 artigos, os quais, juntos aos artigos selecionados, compõem a rede de citações apresentada na Figura 3.1. Na rede, cada artigo é representado por um nó, sendo que as arestas que os conectam partem dos artigos selecionados e dirigem-se aos artigos das suas respectivas referências.

Os quatro maiores nós da rede apresentada na Figura 3.1 representam trabalhos que estão presentes nas referências de, pelo menos, 10 dos 45 artigos selecionados, ou seja, 22,2% dos 45 artigos.



**Figura 3.1** – Rede de citações das referências utilizando-se como métrica a quantidade de citações recebidas  
Fonte: os autores.

A Figura 3.2 também apresenta uma rede de citações, porém, nela, é utilizada como métrica a centralidade de citações. Conforme apresentado na rede da Figura 3.2, o trabalho de Yoon e Park (2004) destaca-se dos demais, quando se utiliza como métrica a centralidade das citações. O Quadro 3.1 apresenta a lista dos 45 artigos mais os 5 artigos identificados nas Figuras 3.1 e 3.2.



**Figura 3.2 - Rede de citações das referências utilizando-se como métrica a centralidade**

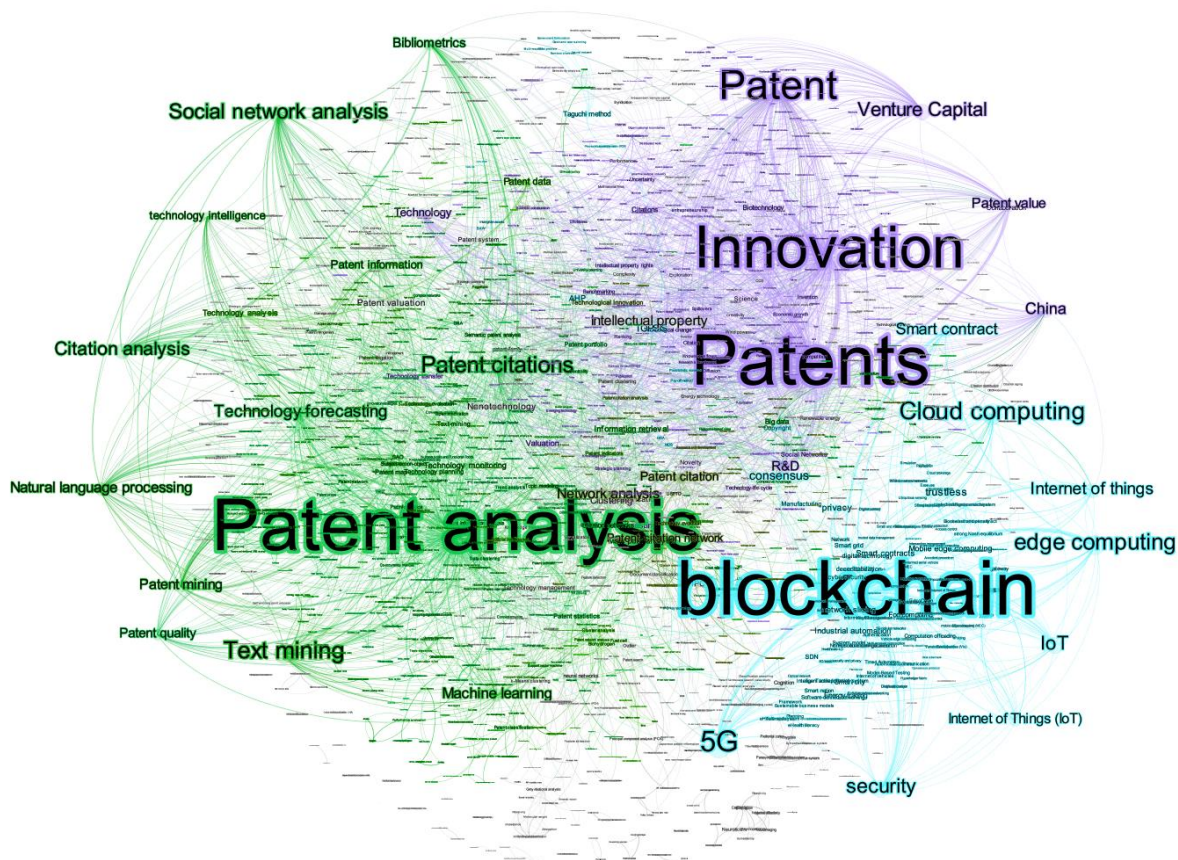
Fonte: os autores.

A figura 3.3 apresenta a rede de palavras-chave tanto dos artigos selecionados quanto das suas respectivas referências. A rede é composta por 2.227 palavras-chave distintas e 7.344 conexões, de modo que as palavras presentes em um mesmo artigo se conectam, formando uma rede de colaboração. Para a montagem dessa rede foi utilizada a métrica da modularidade, que agrupou os trabalhos em comum com base nas conexões entre as palavras-chave.

Claramente, notam-se três principais grupos de trabalhos. O maior grupo, representado pela cor verde, agrupa trabalhos cujo tema está voltado para a análise de patentes e suas técnicas e ferramentas, como análise de citações, mineração de texto, aprendizado de máquina, com destaque para a análise da qualidade da patente e de tendências tecnológicas.

O segundo maior grupo observado na figura 3.3, representado pela cor lilás, agrupa trabalhos cujo tema está voltado para a inovação tecnológica com um viés econômico e enfoque no valor da patente. Também é notável nesse grupo a presença marcante da China nas palavras-chave, o que pode indicar um interesse regional significativo no tema.

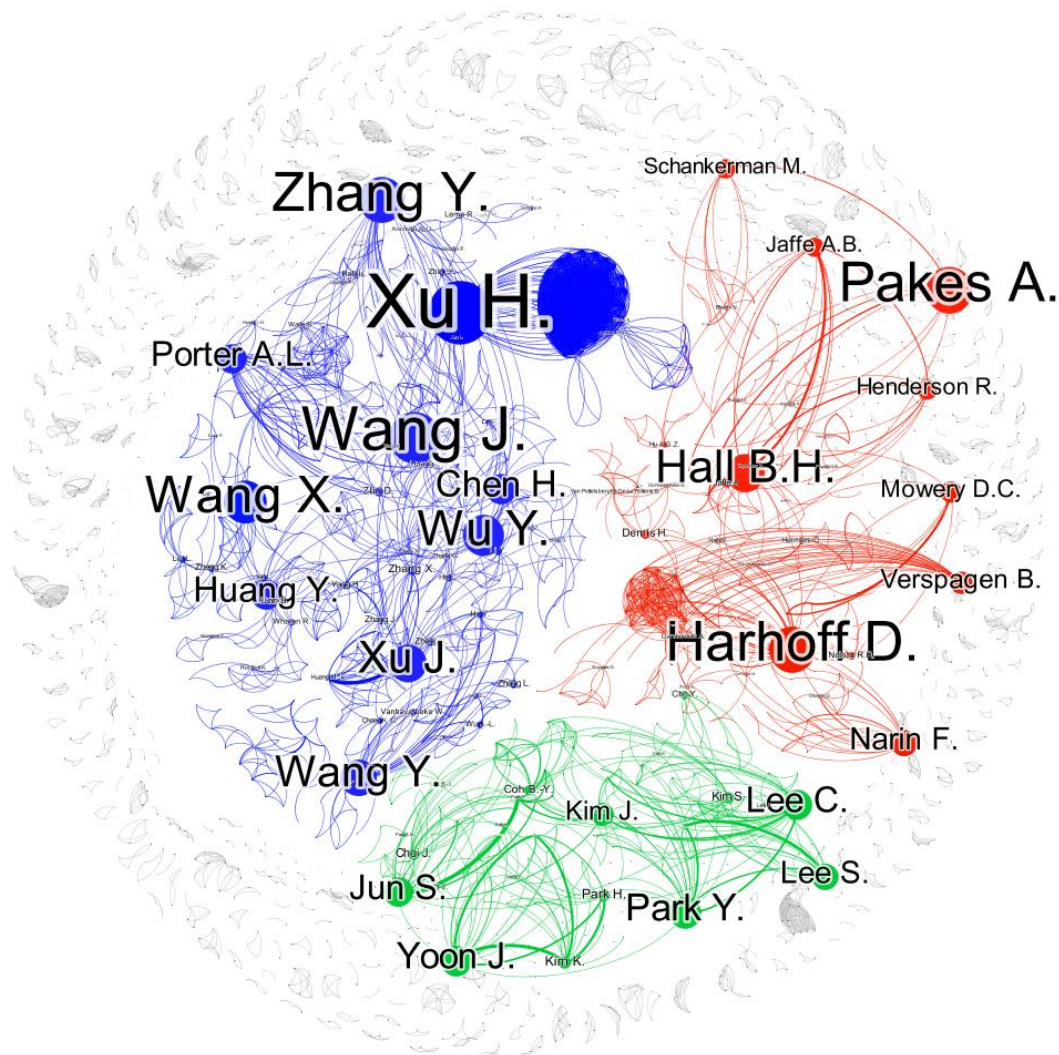
O terceiro e menor grupo reúne trabalhos que envolvem tecnologias e abordagens mais contemporâneas, como a *blockchain*, a internet das coisas (IoT), computação em nuvem, contratos inteligentes, computação de borda, segurança cibernética e 5G, também encontradas quando se estudam sobre as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0.



**Figura 3.3 - Rede de ocorrência das palavras-chaves das referências utilizando-se como métrica a modularidade**  
 Fonte: os autores.

A figura 3.4 apresenta a rede de colaboração entre os autores, considerando-se os 1557 artigos. A rede usou como métrica a modularidade para identificação de agrupamentos e, desse modo, ficou evidente a presença de 3 grandes agrupamentos bem definidos. Dentro desses grupos, os autores em destaque são aqueles que estão presentes em mais trabalhos dentro dos artigos que compõem a rede.

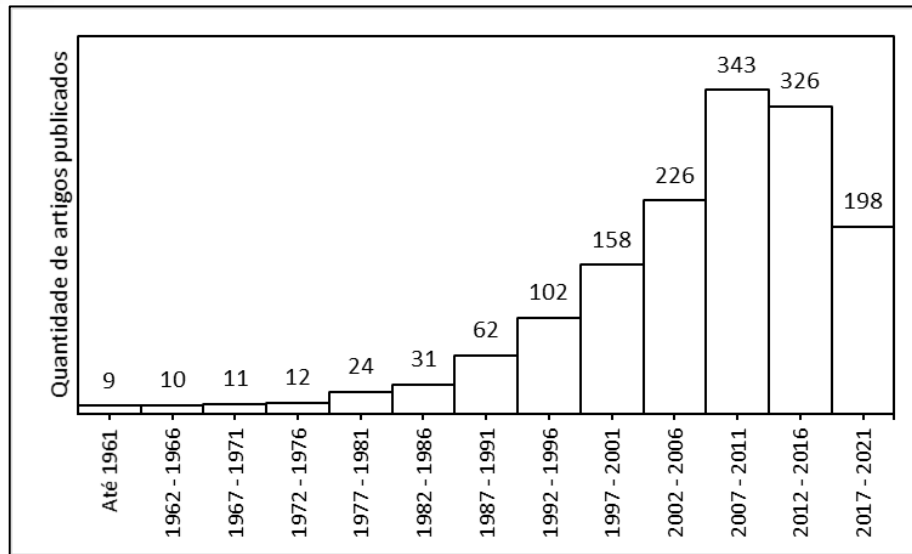
No grupo azul, em ordem de relevância pela presença em mais trabalhos, destacam-se os autores Xu, H., Wang, J., Zhang, Y., Wang, X., Wu, Y., Xu, J., Wang, Y., Chen, H., Huang, Y. e Porter, A. L. Adotando-se o mesmo critério, no grupo vermelho destacam-se os autores Harhoff D., Hall B. H., Pakes A., Narin, F., Jaffe, A. B., Verspagen, B., Mowery, D. C., Henderson, R. e Schankerman, M. No grupo verde, destacam-se os autores Park, Y., Yoon, J., Lee, C., Jun, S., Lee, S., Kim e J.



**Figura 3.4 - Rede de colaboração entre autores utilizando-se como métrica a modularidade**  
 Fonte: os autores.

A figura 3.5 apresenta a distribuição dos artigos por período. Conforme pode ser visto, há uma inequívoca ascendência no número de artigos com pico no quinquênio de 2007 a 2011, a partir de quando é notada uma queda, porém ainda com uma quantidade significativa de publicações. No entanto, como pode ser observado na figura 3.3, são identificadas por meio das palavras-chave áreas de pesquisa distintas, as quais não são consideradas separadamente no gráfico da figura 3.5.

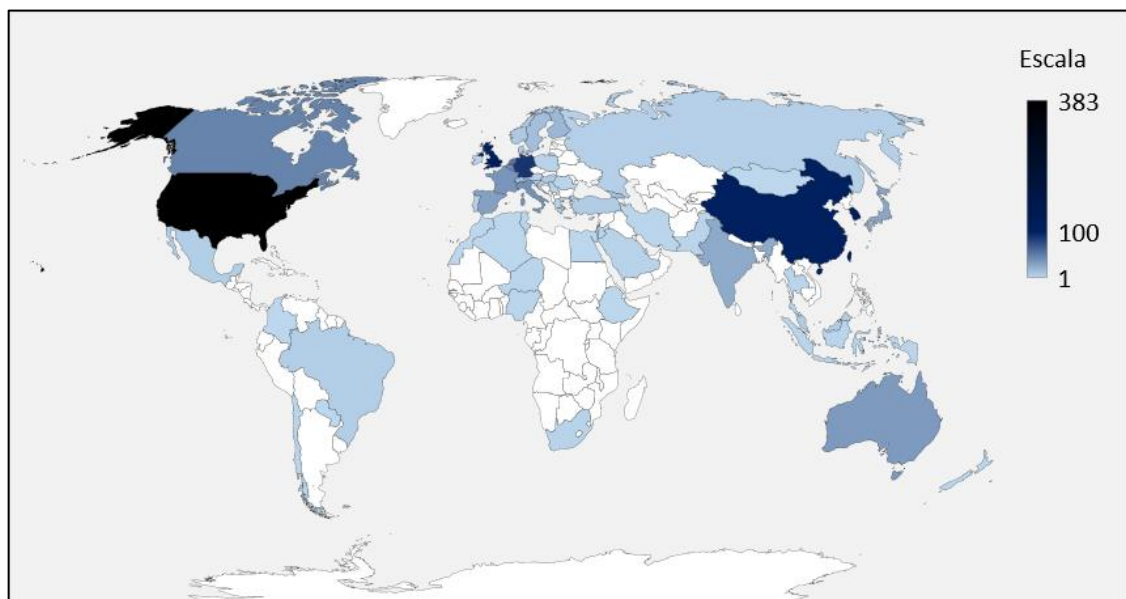
Portanto, o gráfico da figura 3.5 apresenta o número de publicações considerando-se todos os artigos analisados sem distinção por área de pesquisa, o que significa que, para determinadas áreas de pesquisa, o número de publicações pode estar em ascendência sem indícios de queda.



**Figura 3.5 – Distribuição dos artigos selecionados e de suas respectivas referências em quantidade de publicações por ano**

Fonte: os autores.

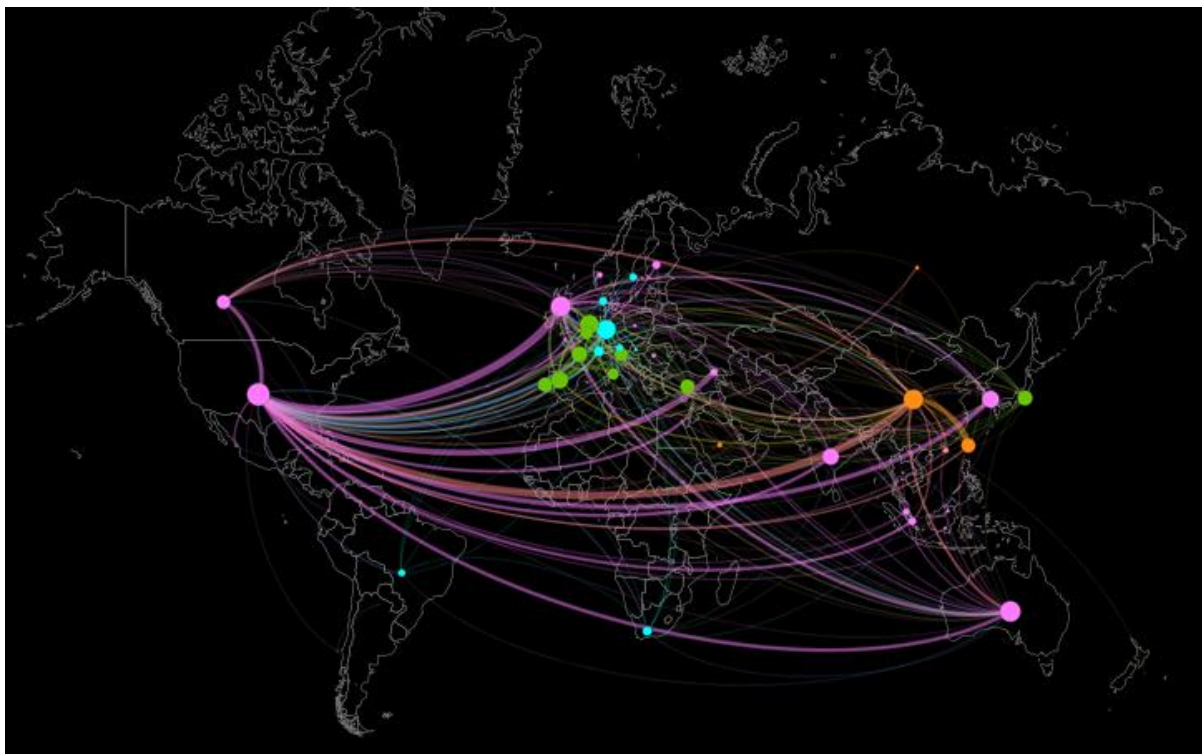
Quanto à distribuição dos artigos em relação aos países de origem dos autores, nota-se, conforme apresentado na figura 3.6, que em uma primeira camada com mais de 100 publicações estão os Estados Unidos, a Coreia do Sul, o Reino Unido, a China, Taiwan e a Alemanha. Em uma segunda camada com uma quantidade de publicações dentro de um intervalo de 25 a 100 artigos estão os Países Baixos, o Canadá, a Bélgica, a Itália, a França, a Austrália, a Espanha, o Japão e a Índia. Os demais países não chegam a 20 publicações.



**Figura 3.6 – Distribuição dos artigos em quantidade de publicações por país**

Fonte: os autores.

Na figura 3.7 é apresentada a rede de colaboração entre os países. Nessa rede, a conexão entre os países se dá pelo fato de haver ao menos dois países de origem distintos entre os autores de um mesmo artigo. Além disso, usando como métrica a modularidade, é possível identificar 4 agrupamentos específicos entre os países, identificados pelas cores lilás, verde, azul e laranja.



**Figura 3.7 – Rede de colaboração entre países utilizando-se como métrica a modularidade**

Fonte: os autores.

No grupo lilás destacam-se os seguintes países: Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Austrália, Índia, Coreia do Sul, Finlândia, Geórgia, Noruega, Malásia e Cingapura. No grupo verde destacam-se os seguintes países: Bélgica, França, Países baixos, Eslovênia, Itália, Turquia, Espanha, Portugal e Japão. No grupo azul, destacam-se os seguintes países: Alemanha, Dinamarca, Áustria, Suíça, Suécia, Hungria, África do Sul e Brasil. No grupo laranja destacam-se: China, Taiwan, Macau, Rússia e Arábia Saudita.

Os países de um determinado grupo também interagem com países de outros grupos. No entanto, o agrupamento identificado pelas cores indica o alto grau de colaboração entre os países de um mesmo grupo.

Na figura 3.8 são apresentadas as universidades mais presentes na totalidade dos artigos analisados e na figura 3.9 é apresentada a rede de colaboração entre essas universidades, que ocorre quando pelo menos dois autores de um mesmo artigo são afiliados a universidades distintas.

É possível observar que algumas das universidades em destaque na figura 3.8 também estão em um mesmo grupo de colaboração na figura 3.9, como é o caso das universidades *Korea University*, *Cheongju University* e *National Taiwan University*; das universidades *Harvard University*, *University of California* e *University of Michigan*; das universidades *Feng Chia*



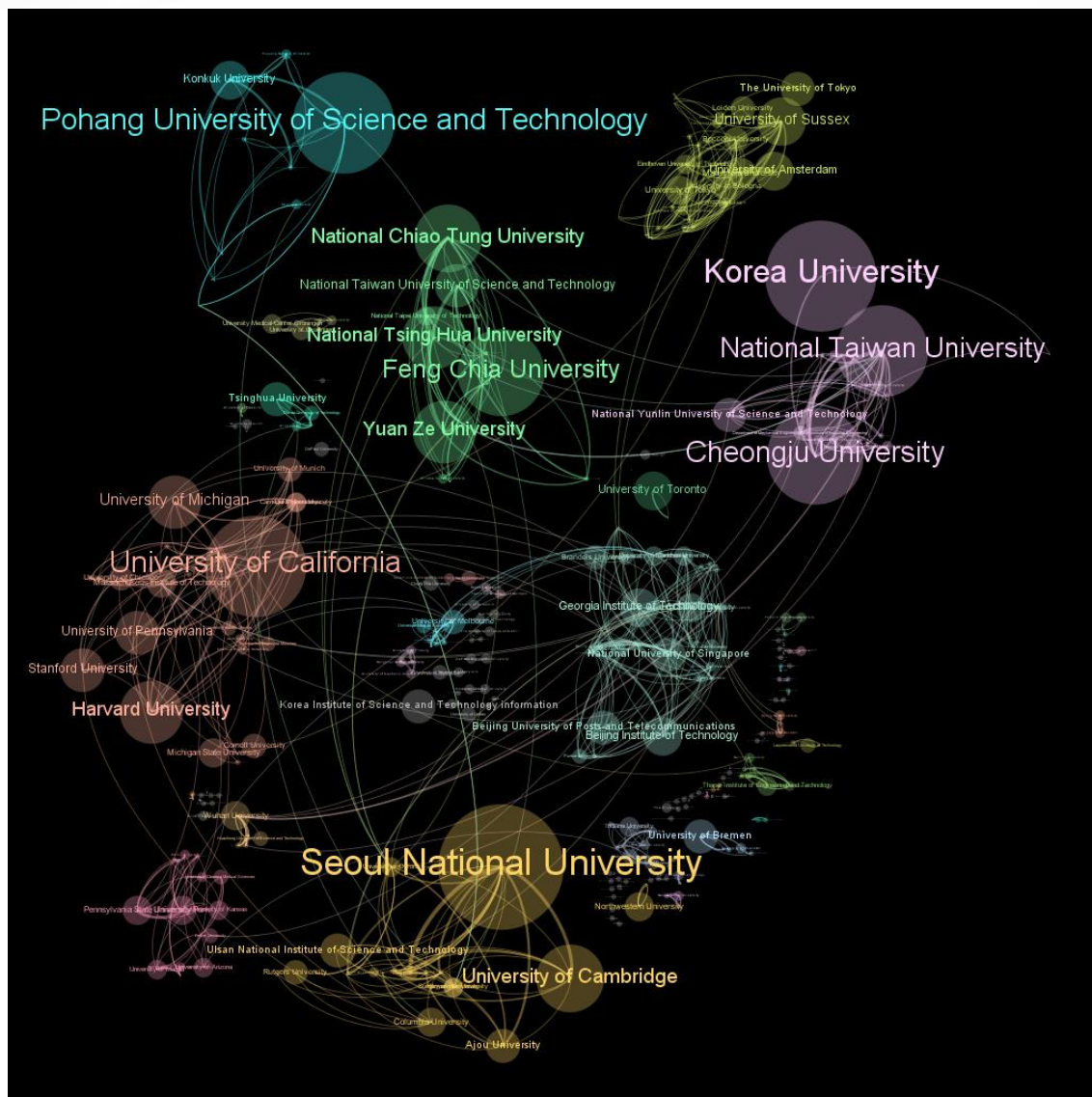
University, National Chiao Tung University, National Tsing Hua University e Yuan Ze University; e das universidades Seoul National University e University of cambridge.



**Figura 3.8 – Rede de universidades utilizando-se como métrica o grau de entrada**  
Fonte: os autores.

Em contrapartida, a universidade *Pohang University of Science and Technology* é exceção em um grupo cujas universidades têm pouco destaque, ou seja, sua presença significativa nos artigos não depende da colaboração com outras universidades cuja presença nos artigos também é significativa.

Como pode ser visto na figura 3.9, as universidades foram agrupadas em função de uma alta frequência de colaboração com as universidades do mesmo grupo, mas as arestas mostram que, eventualmente, também ocorre a colaboração, em menor frequência, entre universidades posicionadas em grupos diferentes.



**Figura 3.9 – Rede de colaboração entre universidades utilizando-se como métrica a modularidade**  
 Fonte: os autores.

A figura 3.10 apresenta uma rede com os principais periódicos nos quais os artigos foram publicados. Dentre os periódicos em destaque, os cinco que mais publicaram artigos em relação ao tema foram: *Research Policy*, *Sciencimetrics*, *Technological Forecasting and Social Change*, *World Patent Information* e *American Economic Review*.



**IX SINGEP**

Simpósio Internacional de Gestão, Projetos, Inovação e Sustentabilidade  
International Symposium on Management, Project, Innovation and Sustainability  
ISSN: 2317-8302



**CYRUS** Institute of Knowledge  
CIK MAKE A DIFFERENCE

**9TH INTERNATIONAL CONFERENCE**



**Figura 3.10 – Rede de periódicos utilizando-se como métrica o grau de entrada**  
Fonte: os autores.

#	Autor e ano	Título do artigo
1	Gao, et al. (2021)	<i>Revealing development trends in blockchain-based 5g network technologies through patent analysis</i>
2	Plantec et al. (2021)	<i>Impact of knowledge search practices on the originality of inventions : A study in the oil &amp; gas industry through dynamic patent analysis</i>
3	Minghan, Xiuzhu & Man (2020)	<i>Exploring the innovation landscape of bamboo fiber technologies from global patent data perspective</i>
4	Liu et al. (2020)	<i>Patent analysis and classification prediction of biomedicine industry: SOM-KPCA-SVM model</i>
5	Uhm, Ryu & Jun (2020)	<i>Patent data analysis of artificial intelligence using bayesian interval estimation</i>
6	Gatkowski et al. (2020)	<i>Semantically-based patent thicket identification</i>
7	Mao (2020)	<i>Research on key technology analysis and system design of enterprise patent management system</i>
8	Sun, Zhao & Sun (2020)	<i>Big Data Analytics for Venture Capital Application : Towards Innovation Performance Improvement</i>
9	Donato et al. (2019)	<i>A well-tailored centrality measure for evaluating patents and their citations</i>
10	Pan, Zhou & Zhou (2019)	<i>Comparing the innovation strategies of Chinese and European wind turbine firms through a patent lens</i>
11	Lei, Qi & Zheng (2019)	<i>Patent analytics based on feature vector space model: A case of IoT</i>
12	Ma et al. (2019)	<i>Research on petroleum patent valuation based on Value Capture Theory</i>
13	Mukundan, Jain & Pathari (2019)	<i>A model for measuring and ranking a firm's patent portfolio</i>
14	Jun (2018)	<i>Bayesian count data modeling for finding technological sustainability</i>
15	Whalen (2018)	<i>Boundary spanning innovation and the patent system: Interdisciplinary challenges for a specialized examination system</i>
16	Long & Wang (2018)	<i>China's patent promotion policies and its quality implications</i>
17	Aristodemou & Tietze (2018a)	<i>Citations as a measure of technological impact: A review of forward citation-based measures</i>
18	Aristodemou & Tietze (2018b)	<i>The state-of-the-art on Intellectual Property Analytics (IPA): A literature review on artificial intelligence, machine learning and deep learning methods for analysing intellectual property (IP) data</i>
19	Qiu & Yang (2018)	<i>An assessment of technological innovation capabilities of carbon capture and storage technology based on patent analysis: A comparative study between China and the United States</i>
20	Chang, Chang & Fan (2018)	<i>Structural model of patent quality applied to various countries</i>
21	Jang, Woo & Lee (2017)	<i>Hawkes process-based technology impact analysis</i>
22	Lee et al. (2017)	<i>Patterns of technology life cycles: stochastic analysis based on patent citations</i>
23	Kogan et al. (2017)	<i>Technological innovation, resource allocation, and growth</i>
24	Wu et al. (2016)	<i>A patent quality analysis and classification system using self-organizing maps with support vector machine</i>
25	Huang (2016)	<i>Patent portfolio analysis of the cloud computing industry</i>
26	Lee, Koh & Seo (2015)	<i>A study on evaluation model for patent property right using machine learning techniques: an empirical study of korean patents</i>
27	Hsu et al. (2015)	<i>Charting the evolution of biohydrogen production technology through a patent analysis</i>
28	Yoo, Kim & Jeong (2015)	<i>Modelling of technology lifetime based on patent citation data and segmentation</i>
29	Agostini et al. (2015)	<i>Does patenting influence SME sales performance? A quantity and quality analysis of patents in Northern Italy</i>
30	Dang & Motohashi (2015)	<i>Patent statistics: A good indicator for innovation in China? Patent subsidy program impacts on patent quality</i>
31	You, Kim & Jeong (2014)	<i>An exploratory study on the development path of converging technologies using patent analysis: The case of nano biosensors</i>
32	Abbas, Zhang & Khan (2014)	<i>A literature review on the state-of-the-art in patent analysis</i>
33	Choi & Hwang (2014)	<i>Patent keyword network analysis for improving technology development efficiency</i>
34	Grant, Hof & Gold (2014)	<i>Patent landscape analysis: A methodology in need of harmonized standards of disclosure</i>
35	Jeong, Jang & Kwon (2013)	<i>Analysis on Technical Competitiveness among Major Applicants in Secondary Battery Fields</i>
36	Wu & Yao (2012)	<i>Constructing an intelligent patent network analysis method</i>
37	Yoon & Kim (2012)	<i>Detecting signals of new technological opportunities using semantic patent analysis and outlier detection</i>
38	Kim & Kim (2012)	<i>On A Patent Analysis Method for Technological Convergence</i>
39	Trappey et al. (2012)	<i>A patent quality analysis for innovative technology and product development</i>
40	OuYang & Weng (2011)	<i>A New Comprehensive Patent Analysis Approach for New Product Design in Mechanical Engineering</i>
41	Chen et al. (2011)	<i>Identifying missing relevant patent citation links by using bibliographic coupling in LED illuminating technology</i>
42	Luan, Zhou & Liu (2010)	<i>Patent strategy in Chinese universities: A comparative perspective</i>
43	Guan & Gao (2009)	<i>Exploring the h-Index at patent level</i>
44	Cassiman, Veugelers & Zuniga (2008)	<i>In search of performance effects of (in)direct industry science links</i>
45	Lee et al. (2007)	<i>An in-depth empirical analysis of patent citation counts using zero-inflated count data model: The case of KIST</i>
46	Hall, Jaffe & Trajtenberg (2005)	<i>Market value and patent citations</i>
47	Yoon & Park (2004)	<i>A text-mining-based patent network: Analytical tool for high-technology trend</i>
48	Harhoff, Scherer & Vopel (2003)	<i>Citations, family size, opposition and the value of patent rights</i>
49	Harhoff et al. (1999)	<i>Citation frequency and the value of patented inventions</i>
50	Trajtenberg (1990)	<i>A penny for your quotes: Patent citations and the value of innovations</i>

**Quadro 3.1 – Artigos selecionados**

Fonte: os autores.

#### 4 Conclusões e considerações finais

De acordo com a revisão bibliométrica apresentada, foi possível enxergar, em termos quantitativos, alguns dos principais aspectos sobre o tema de estudo, como era o objetivo do presente trabalho. Foi demonstrado que o interesse pelo tema é crescente e presente tanto em países desenvolvidos quanto em países emergentes.

Além disso, é interessante ressaltar a diversa colaboração entre países e universidades apresentada nos resultados. Ficou clara uma colaboração intensa entre os Estados Unidos e diversos países da Ásia. Também se notou uma colaboração mais fechada entre alguns países da Europa. A exploração do tema no Brasil se mostrou ainda tímida, mas já sinaliza colaboração com países da Europa e da África.

Quanto às universidades, é notável a concentração de publicações provenientes de universidades sul-coreanas. Outra grande parte das publicações também são provenientes de universidades americanas e chinesas.

Outro destaque interessante da revisão bibliométrica foi a identificação de três grandes áreas de pesquisa: “análise de patentes e suas técnicas e ferramentas”, com destaque para a análise da qualidade da patente e de tendências tecnológicas; “inovação tecnológica”, com um viés econômico e enfoque no valor da patente; e “novas tecnologias”, como a *blockchain*, a internet das coisas (IoT), computação em nuvem, contratos inteligentes, computação de borda, segurança cibernética e 5G, também encontradas quando se estudam sobre as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0.

Desse modo, o presente trabalho traz para a teoria uma contribuição relevante com os dados levantados que pode auxiliar os pesquisadores interessados pelo tema. Também contribui para a prática, mostrando a crescente relevância das patentes, que não apenas servem para proteção das invenções resultantes dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento das empresas, como podem ser utilizadas para medir a qualidade, o valor e o impacto tecnológico de suas patentes.

O presente trabalho, obviamente, tem limitações, pois trata-se de uma revisão exclusivamente bibliométrica cujos resultados seriam mais abrangentes se também fosse realizada uma revisão sistemática descritiva, compreendendo, além dos aspectos abordados, outros aspectos relevantes, como os métodos e técnicas específicos utilizados na análise de patentes, as variáveis consideradas nesses métodos, os resultados obtidos pelos autores com a aplicação desses métodos, entre outros.

Além disso, como foram considerados também os artigos presentes nas referências dos 45 artigos selecionados, totalizando 1557 artigos, ficou inviável, por conta do tempo, o levantamento de informações que também seriam interessantes, como os métodos de pesquisa utilizados pelos autores e os setores em que as pesquisas foram realizadas, o que demandaria a leitura completa não só dos 45 artigos selecionados, mas dos totais 1557 artigos.

#### Referências

- Abbas, A., Zhang, L., & Khan, S. U. (2014). A literature review on the state-of-the-art in patent analysis. *World Patent Information*, 37, 3–13.
- Agostini, L., Caviggioli, F., Filippini, R., & Nosella, A. (2015). Does patenting influence SME sales performance? A quantity and quality analysis of patents in Northern Italy. *European Journal of Innovation Management*, 18(2), 238–257.
- Akmal, A., N. Podgorodnichenko, R. Greatbanks, & A. M. Everett. (2018). Bibliometric Analysis of Production Planning and Control (1990–2016). *Production Planning & Control*, 29 (4): 1–19.

- Aristodemou, L., & Tietze, F. (2018a). Citations as a measure of technological impact: A review of forward citation-based measures. *World Patent Information*, 53, 39–44.
- Aristodemou, L., & Tietze, F. (2018b). The state-of-the-art on Intellectual Property Analytics (IPA): A literature review on artificial intelligence, machine learning and deep learning methods for analysing intellectual property (IP) data. *World Patent Information*, 55, 37–51.
- Bardin, L. (1986). *El anàlisis de contenido*. [s.l.] Madrid. Ediciones Akal, Spain.
- Bingchun, L., Mingzhao, L., Jheng-Long, W., Chuanchuan, F., & Arihant, B. (2020). Patent analysis and classification prediction of biomedicine industry: SOM-KPCA-SVM model. *Multimedia Tools and Applications*, 79(15–16), 10177–10197.
- Bryman, A. (1989). *Research methods and organization studies*. London: Unwin Hyman.
- Cassiman, B., Veugelers, R., & Zuniga, P. (2008). In search of performance effects of (in)direct industry science links. *Industrial and Corporate Change*, 17(4), 611–646.
- Chang, S.-H., Chang, H.-Y., & Fan, C.-Y. (2018). Structural model of patent quality applied to various countries. *International Journal of Innovation Science*, 10(3), 371–384.
- Chen, D.-Z., Huang, M.-H., Hsieh, H.-C., & Lin, C.-P. (2011). Identifying missing relevant patent citation links by using bibliographic coupling in LED illuminating technology. *Journal of Informetrics*, 5(3), 400–412.
- Choi, J., & Hwang, Y.-S. (2014). Patent keyword network analysis for improving technology development efficiency. *Technological Forecasting and Social Change*, 83(1), 170–182.
- Cooper, H. M., & Lindsay, J. J. (1998). Research synthesis and meta-analysis, In: Bickman, L.; Rog, D. J. *Handbook of applied social research methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 315–342.
- Costa, I. S., Oliveira Neto, G. C., & Leite, R. R. (2020). How does the use of PPC tools/activities improve eco-efficiency? A systematic literature review. *Production Planning & Control*. DOI: 10.1080/09537287.2020.1743890
- Dang, J., & Motohashi, K. (2015). Patent statistics: A good indicator for innovation in China? Patent subsidy program impacts on patent quality. *China Economic Review*, 35, 137–155.
- Donato, C., Lo Giudice, P., Marretta, R., Ursino, D., & Virgili, L. (2019). A well-tailored centrality measure for evaluating patents and their citations. *Journal of Documentation*, 75(4), 750–772.
- Erthal, A., & L. Marques. (2018). National Culture and Organisational Culture in Lean Organisations: A Systematic Review. *Production Planning & Control*, 29(8), 1–19.
- Gao, F., Chen, D.-L., Weng, M.-H., & Yang, R.-Y. (2021). Revealing development trends in blockchain-based 5g network technologies through patent analysis. *Sustainability*, 13, 1–21.
- Gątkowski, M., Dietl, M., Skrok, Ł., Whalen, R., & Rockett, K. (2020). Semantically-based patent thicket identification. *Research Policy*, 49(2).
- Grant, E., Hof, M. Van den, & Gold, E. R. (2014). Patent landscape analysis: A methodology in need of harmonized standards of disclosure. *World Patent Information*, 39, 1–8.
- Guan, J. C., & Gao, X. (2009). Exploring the h-Index at patent level. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(1), 35–40.
- Hall, B. H., Jaffe, A., & Trajtenberg, M. (2005). Market Value and Patent Citations. *The RAND Journal of Economics*, 36(1), 16–38.
- Harhoff, D., Narin, F., Scherer, F. M., & Vopel, K. (1999). Citation frequency and the value of patented inventions. *The Review of Economics and Statistics*, 81(3), 511–515.
- Harhoff, D., Scherer, F. M., & Vopel, K. (2003). Citations, family size, opposition and the value of patent rights. *Research Policy*, 32, 1343–1363.

- Hsu, C.-W., Chang, P.-L., Hsiung, C.-M., & Wu, C.-C. (2015). Charting the evolution of biohydrogen production technology through a patent analysis. *Biomass and Bioenergy*, 76, 1–10.
- Huang, J. Y. (2016). Patent portfolio analysis of the cloud computing industry. *Journal of Engineering and Technology Management*, 39(2015), 45–64.
- Jang, H. J., Woo, H.-G., & Lee, C. (2017). Hawkes process-based technology impact analysis. *Journal of Informetrics*, 11, 511–529.
- Jeong, D., Jang, H., & Kwon, Y. (2013). Analysis on Technical Competitiveness among Major Applicants in Secondary Battery Fields. *Collnet Journal of Scientometrics and Information Management*, 7(1), 81–96.
- Jun, S. (2018). Bayesian count data modeling for finding technological sustainability. *Sustainability*, 10.
- Kim, M.-S., & Kim, C. (2012). On A Patent Analysis Method for Technological Convergence. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 40, 657–663.
- Kogan, L., Papanikolaou, D., Seru, A., & Stoffman, N. (2017). Technological innovation, resource allocation, and growth. *Quarterly Journal of Economics*, 132(2), 665–712.
- Kumar, R. (2011). *Research methodology – a step-by-step guide for beginners*. 3.ed. Sage, London.
- Lee, C., Kim, J., Noh, M., Woo, H.-G., & Gang, K. (2017). Patterns of technology life cycles: stochastic analysis based on patent citations. *Technology Analysis and Strategic Management*, 29(1), 53–67.
- Lee, W.-S., Koh, S., & Seo, W. (2015). A study on evaluation model for patent property right using machine learning techniques: an empirical study of korean patents. *ICIC Express Letters*, 6(12), 3341–3347.
- Lee, Y.-G., Lee, J.-D., Song, Y.-I., & Lee, S.-J. (2007). An in-depth empirical analysis of patent citation counts using zero-inflated count data model: The case of KIST. *Scientometrics*, 70(1), 27–39.
- Lei, L., Qi, J., & Zheng, K. (2019). Patent analytics based on feature vector space model: A case of IoT. *IEEE Access*, 7(c), 45705–45715.
- Liu, B., Lai, M., Wu, J.-L., Fu, C., & Binaykia, A. (2020). Patent analysis and classification prediction of biomedicine industry: SOM-KPCA-SVM model. *Multimedia Tools and Applications*, 79(15–16), 10177–10197.
- Long, C. X., & Wang, J. (2018). China’s patent promotion policies and its quality implications. *Science and Public Policy*, 0(0), 1–14.
- Luan, C., Zhou, C., & Liu, A. (2010). Patent strategy in Chinese universities: A comparative perspective. *Scientometrics*, 84, 53–63.
- Ma, S.-C., Feng, L., Yin, Y., & Wang, J. (2019). Research on petroleum patent valuation based on Value Capture Theory. *World Patent Information*, 56, 29–38.
- Mao, K. (2020). Research on key technology analysis and system design of enterprise patent management system. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38, 1319–1328.
- Marconi, M. A., Lakatos, E. M. (2010). *Fundamentos de metodologia científica*. 7. ed. Atlas, São Paulo.
- Minghan, S., Xiuzhu, Z., & Man, J. (2020). Exploring the innovation landscape of bamboo fiber technologies from global patent data perspective. *Cellulose*, 27, 9137–9156.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), 1006–1012.
- Mukundan, R., Jain, K., & Pathari, V. (2019). A model for measuring and ranking a firm’s patent portfolio. *Technology Analysis and Strategic Management*.

- Oliveira Neto, G. C. de, Pinto, L. F. R., Amorim, M. P. C., Giannetti, B. F., & Almeida, C. M. V. B. de. (2018). A framework of actions for strong sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 196, 1629–1643.
- OuYang, K., & Weng, C. S. (2011). A New Comprehensive Patent Analysis Approach for New Product Design in Mechanical Engineering. *Technological Forecasting and Social Change*, 78, 1183–1199.
- Pan, M., Zhou, Y., & Zhou, D. K. (2019). Comparing the innovation strategies of Chinese and European wind turbine firms through a patent lens. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 30, 6–18.
- Plantec, Q., Masson, P. Le, & Weil, B. (2021). Impact of knowledge search practices on the originality of inventions : A study in the oil & gas industry through dynamic patent analysis. *Technological Forecasting & Social Change*, 168.
- Pritchard, A. (1969). Statistical Bibliography or Bibliometrics. *Journal of Documentation*, 25, 348–349.
- Qiu, H.-H., & Yang, J. (2018). An assessment of technological innovation capabilities of carbon capture and storage technology based on patent analysis: A comparative study between China and the United States. *Sustainability*, 10.
- Soranzo, B., Nosella, A., & Filippini, R. (2016). Managing firm patents: A bibliometric investigation into the state of the art. *Journal of Engineering and Technology Management*, 42, 15–30.
- Sun, W., Zhao, Y., & Sun, L. (2020). Big Data Analytics for Venture Capital Application: Towards Innovation Performance Improvement. *International Journal of Information Management*, 50, 557–565.
- Trajtenberg, M. (1990). A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations. *The RAND Journal of Economics*, 21(1), 172-187.
- Trappey, A. J. C., Trappey, C. V., Wu, C.-Y., & Lin, C.-W. (2012). A patent quality analysis for innovative technology and product development. *Advanced Engineering Informatics*, 26, 26–34.
- Uhm, D., Ryu, J.-B., & Jun, S. (2020). Patent data analysis of artificial intelligence using bayesian interval estimation. *Applied Sciences*, 10, 1–12.
- Whalen, R. (2018). Boundary spanning innovation and the patent system: Interdisciplinary challenges for a specialized examination system. *Research Policy*, 47(7), 1334–1343.
- Wu, C.-C., & Yao, C.-B. (2012). Constructing an intelligent patent network analysis method. *Data Science Journal*, 11, 110–125.
- Wu, J.-L., Chang, P.-C., Tsao, C.-C., & Fan, C.-Y. (2016). A patent quality analysis and classification system using self-organizing maps with support vector machine. *Applied Soft Computing*, 41, 305–316.
- Yoo, S.-H., Kim, B., & Jeong, M. K. (2015). Modelling of technology lifetime based on patent citation data and segmentation. *Journal of the Operational Research Society*, 66(3), 450–462.
- Yoon, B., & Park, Y. (2004). A text-mining-based patent network: Analytical tool for high-technology trend. *The Journal of High Technology Management Research*, 15(1), 37–50.
- Yoon, J., & Kim, K. (2012). Detecting signals of new technological opportunities using semantic patent analysis and outlier detection. *Scientometrics*, 90(2), 445–461.
- You, Y.-B., Kim, B.-K., & Jeong, E.-S. (2014). An exploratory study on the development path of converging technologies using patent analysis: The case of nano biosensors. *Asian Journal of Technology Innovation*, 22(1), 100–113.