



Transformação digital: patentes como *proxy* determinante para a Indústria 4.0

Digital transformation: patents as a determinant proxy for Industry 4.0

 **Luciana Peixoto Santa Rita**¹  **Joaquim Alexandre Ramos da Silva**²  **Silvia Beger Uchoa**³  **Ibsen Mateus Bittencourt**⁴ and  **Jovino Pinto Filho**⁵

¹ Doutora em Administração pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – USP. Professora Titular da

Universidade Federal de Alagoas. Universidade Federal de Alagoas (UFAL) / Maceió, Alagoas – Brasil



luciana.santarita@feac.ufal.br

² Doutorado em Análise e Política Económicas pela École des Hautes Études en Sciences Sociales, Paris. Professor Titular do

Instituto Superior de Economia e Gestão (ISEG)



jrsilva@iseg.ulisboa.pt

³ Doutora em Química e Biotecnologia. Coordenadora de Inovação Tecnológica e Empreendedorismo da Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação da Universidade Federal de Alagoas. Universidade Federal de Alagoas (UFAL) / Maceió, Alagoas –

Brasil



sbuchoa@ctec.ufal.br

⁴ Doutor em Administração de Empresas pela Mackenzie. Professor Adjunto da Universidade Federal de Alagoas. Universidade

Federal de Alagoas (UFAL) / Maceió, Alagoas – Brasil



ibsen.ead@gmail.com

⁵ Mestre em Administração Pública pela Universidade Federal de Alagoas. Administrador na Universidade Federal de Alagoas.

Universidade Federal de Alagoas (UFAL) / Maceió, Alagoas – Brasil



jovinoadm@gmail.com

Notas dos Autores

O artigo é derivado de análises da tese utilizada no Concurso para Professor Titular Classe E da Universidade Federal de Alagoas, da autora Luciana Peixoto Santa Rita.

CRedit - declaração contribuição de autoria

Luciana Peixoto Santa Rita: Contextualização, Metodologia, Validação, Análise formal, Investigação, Curadoria de dados, Original, Revisão e edição, Visualização, Supervisão, Administração do projeto. **Joaquim Alexandre Ramos da Silva:** Contextualização, Metodologia, Validação, Análise formal, Investigação, Curadoria de dados, Original, Revisão e edição, Visualização, Supervisão, Administração do projeto. **Silvia Beger Uchoa:** Contextualização, Metodologia, Validação, Análise formal, Investigação, Curadoria de dados, Original, Revisão e edição, Visualização, Supervisão, Administração do projeto. **Ibsen Mateus Bittencourt:** Validação, Curadoria de dados, Revisão e edição, Visualização. **Jovino Pinto Filho:** Validação, Curadoria de dados, Revisão e edição, Visualização.

Cite as – American Psychological Association (APA)

Rita, L. P. S., Silva, J. A. R., Uchoa, S. B., Bittencourt, I. M., & Pinto Filho, J. (2024, Sept./Dec.). Digital transformation: patents as a determinant proxy for Industry 4.0. *International Journal of Innovation - IJI*, São Paulo, 12(3), p. 1-24, e25326. <https://doi.org/10.5585/2024.25326>

Resumo

Objetivo do Estudo: Analisar os indicadores de patentes depositadas entre 2008 e 2022, no processo de transformação digital das indústrias do Brasil e de Portugal, buscando compreender as mudanças suscitadas pela Quarta Revolução Industrial (4IR).

Metodologia: O estudo tem natureza descritiva e aplicada, utilizando pesquisa documental e acesso a bases de dados bibliográficas e dos institutos de proteção legal do Brasil e de Portugal, além da base de dados Orbit Intelligence da Questel.

Originalidade/Relevância: A pesquisa se diferencia à medida em que as tecnologias específicas que compõem a 4IR são estudadas em larga escala nas áreas de sistemas de informação, estão menos disponíveis dentro dos campos de gestão, bem como por comparar dois países em desenvolvimento no que se refere às patentes.

Principais resultados: A análise comparativa de patentes revela que Brasil e Portugal participaram, ainda que de forma desigual no desenvolvimento das tecnologias habilitadoras no contexto da transformação digital. Apesar dos *gaps* tecnológicos, os dois países têm aumentado o depósito de patentes, mas em proporção menor que os países desenvolvidos.

Contribuições teóricas/metodológicas: O estudo contribui metodologicamente ao aplicar análise comparativa à literatura sobre patentes e indústria 4.0. Teoricamente, insere transformação digital na análise conjunta de patentes e estrutura industrial.

Contribuições sociais/de gestão: O estudo propõe um diagnóstico capaz de reduzir o fosso entre os criadores e utilizadores das tecnologias indústria 4.0 que permita ultrapassar os *gaps* tecnológicos, incentivando a adoção de novas tecnologias e o desenvolvimento de competências associadas, o que pode gerar impactos positivos na sociedade, como a criação de empregos e o aumento da competitividade dos países envolvidos, além de políticas industriais e de inovação nos dois países.

Palavras-chave: transformação digital, patentes, Indústria 4.0, catching-up tecnológico

Digital transformation: patents as a determinant proxy for Industry 4.0

Abstract

Objective of the study: To analyze the indicators of patents filed between 2008 and 2022 in the process of digital transformation of industries in Brazil and Portugal, seeking to understand the changes brought about by the Fourth Industrial Revolution (4IR).

Methodology/approach: The study is descriptive and applied in nature, using documentary research and access to bibliographic databases and legal protection institutes in Brazil and Portugal, as well as Questel's Orbit Intelligence database.

Originality/Relevance: The study differs in that the specific technologies that make up the 4IR studied on a large scale in the fields of information systems are less available within management fields, and the study compares two developing countries in terms of patents.

Main results: The comparative analysis of patents reveals that Brazil and Portugal have participated, albeit unevenly, in the development of enabling technologies in the context of digital transformation. Despite the technological gaps, both countries have increased patent filings, but to a lesser extent than developed countries.

Theoretical/methodological contributions: The study contributes methodologically by applying comparative analysis to the literature on patents and Industry 4.0. In theoretical terms, it includes digital transformation in the joint analysis of patents and industrial structure.

Social/management contributions: The study proposes a diagnosis capable of reducing the gap between the creators and users of Industry 4.0 technologies, which will make it possible to overcome technological gaps, encouraging the adoption of new technologies and the development of associated skills, which can generate positive impacts on society, such as creating jobs and increasing the competitiveness of the countries involved, as well as industrial and innovation policies in both countries.

Keywords: digital transformation, patents, Industry 4.0, technological catching-up

Transformación digital: las patentes como proxy determinante de la industria 4.0

Resúmen

Objetivo del estudio: Analizar los indicadores de patentes registradas entre 2008 y 2022, en el proceso de transformación digital de las industrias en Brasil y Portugal, buscando comprender los cambios provocados por la Cuarta Revolución Industrial (4IR).

Metodología: El estudio es de carácter descriptivo y aplicado, utilizando la investigación documental y el acceso a bases de datos bibliográficas y a los institutos de protección jurídica de Brasil y Portugal, así como a la base de datos Orbit Intelligence de Questel.

Originalidad/Relevancia: La investigación se diferencia por el hecho de que las tecnologías específicas que componen las 4IR se estudian a gran escala en las áreas de sistemas de información, están menos disponibles dentro de los campos de gestión, así como por la comparación de dos países en desarrollo en términos de patentes.

Principales resultados: El análisis comparativo de patentes revela que Brasil y Portugal han participado, aunque de forma desigual, en el desarrollo de tecnologías habilitadoras en el contexto de la transformación digital. A pesar de las diferencias tecnológicas, ambos países han aumentado el número de solicitudes de patentes, pero en menor medida que los países desarrollados.

Aportaciones teórico-metodológicas: El estudio contribuye metodológicamente aplicando el análisis comparativo a la literatura sobre patentes e Industria 4.0. Teóricamente, incluye la transformación digital en el análisis conjunto de patentes y estructura industrial.

Contribuciones sociales/de gestión: El estudio propone un diagnóstico capaz de reducir la brecha entre los creadores y los usuarios de las tecnologías de la Industria 4.0, lo que permitirá superar las brechas tecnológicas, fomentando la adopción de nuevas tecnologías y el desarrollo de competencias asociadas, lo que puede generar impactos positivos en la sociedad, como la creación de empleo y el aumento de la competitividad en los países implicados, así como en las políticas industriales y de innovación de ambos países.

Palabras clave: transformación digital, patentes, Industria 4.0; puesta al día tecnológica

1 Introdução

Dentro da lógica de mercado, a convergência entre a tecnologia de manufatura e as tecnologias da indústria 4.0 torna essencial para as empresas formularem estratégias de inovação para fortalecer suas capacidades tecnológicas. A transformação digital está alterando cada vez mais os processos e procedimentos industriais, além de mudar as posições relativas dos principais atores da cadeia de valor e os regimes de propriedade intelectual. É importante ressaltar que a Indústria 4.0 é um conceito relacionado à Quarta Revolução Industrial (4IR), que engloba a transformação digital, a automação e o intercâmbio de dados nas tecnologias (Zhong et al., 2019; Ardito et al., 2019; Schroeder et al., 2019).

Embora as patentes sejam um indicador frequentemente subestimado pelo mercado, elas desempenham um papel fundamental na identificação do progresso tecnológico nos países e permitem a obtenção de benefícios financeiros por meio da venda ou licenciamento da tecnologia, além de conferir uma vantagem competitiva aos seus detentores no campo do conhecimento. Seja como for, no axioma tradicional das patentes, as invenções na indústria têm sido historicamente protegidas pelo sistema de direito de propriedade intelectual (Kim & Lee, 2015; White & Piroozi, 2019).

De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2020), no Brasil, a quantidade de depósitos de patentes relacionadas à indústria 4.0 aumentou 11 vezes ao longo da última década. Em 2008, foram registradas 462 patentes desse tipo, representando 5% do total de 23.170 pedidos. Já em 2022, ocorreram 2.068 depósitos, correspondendo a 8% do total de 27.139 pedidos no ano. Em Portugal, de acordo com Patent Index (EPO, 2022), o número de pedidos de patentes registrado no IEP por empresas e inventores portugueses aumentou 7,6% em 2022. Em Portugal, a tecnologia informática se destaca como a área com mais pedidos de patentes apresentados junto do IEP em 2022. Salienta-se que as tecnologias médicas e farmacêuticas alcançam os 2º e 3º lugares, fazendo da saúde a indústria com o maior número de pedidos de patentes em Portugal quando se insere no contexto da indústria 4.0. Nos últimos dez anos, os pedidos de patente em Portugal triplicaram em para áreas como comunicação digital, tecnologia médica, farmacêutica e mobiliário/jogos, além do crescimento em setores como "tecnologias de informação para gestão", "controle (de maquinário)" e "maquinário elétrico, dispositivos, energia".

Apesar da crescente importância, há uma lacuna em estudos que se concentrem na dimensão tecnológica da competitividade dos países com base em tecnologias digitais e patentes.

Alguns estudos recentes (IMD, 2017; WEF, 2018) surgiram para avaliar a competitividade digital, abrangendo fatores tecnológicos, macroeconômicos e institucionais. Este artigo visa preencher essa lacuna, desenvolvendo um quadro conceitual e empírico com base em indicadores de patentes. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é analisar os indicadores de patentes no processo de transformação digital das indústrias do Brasil e de Portugal, buscando compreender as mudanças em andamento e as reflexões suscitadas pela Quarta Revolução Industrial (4IR). A escolha desses países é justificada pelo fato de estarem em uma fase de *catching-up* tecnológico, apesar das diferenças regionais (Brasil como país em desenvolvimento e América Latina, Portugal como membro da União Europeia).

Este estudo contribui, de forma teórica, metodológica e empírica, para o campo da interface entre a indústria 4.0 e as patentes. Do ponto de vista metodológico, o estudo aplica a análise comparativa à literatura que aborda a relação entre patentes e a condição tecnológica no contexto da indústria 4.0. Teoricamente, a análise permite integrar a transformação digital na análise conjunta dos indicadores de patentes no contexto da transformação da estrutura industrial. Em termos empíricos, os resultados indicam que um desempenho no indicador de patentes pode ser considerado um fator de competitividade para as indústrias dos países analisados.

2 O uso de patentes como meio de transformação digital

Uma ampla literatura (Acs et al., 2002; Chang et al., 2015; Chen & Guan, 2016; Bakker, 2017) destaca o valor das patentes como ativos incorpóreos legalmente protegidos, essenciais para que as empresas mantenham uma vantagem competitiva, uma vez que indicam efetivamente o desempenho da inovação, incluindo inovações em produtos, processos e tecnologia. De fato, as patentes são reconhecidas por conterem mais de 90% das informações técnicas existentes no mundo, sendo que 80% dessas informações técnicas não são publicadas em outras formas de documentos.

A literatura também possui estudos que relacionam as patentes aos perfis tecnológicos da indústria, partindo do pressuposto de que as revoluções tecnológicas são protegidas por patentes e que estas refletem a especialização tecnológica de um país. Com base nessa perspectiva, a análise de patentes permite compreender o estágio de desenvolvimento tecnológico e os níveis de cooperação tecnológica na indústria (Cecere et al., 2014; Abbas et al., 2014). Estudos anteriores também avaliaram o desempenho da indústria com base em informações relacionadas às patentes

(Okamuro & Nishimura, 2013; Mingji & Ping, 2014). Com efeito, a condição da patenteabilidade é considerada um indicador para avaliar o grau de desenvolvimento tecnológico de um país, de acordo com a perspectiva do *mainstream* econômico.

Atualmente, existem diferentes instrumentos propostos para investigar o grau de transformação digital em um país. Lee et al. (2017) demonstraram, por meio de vários índices baseados em patentes, o aumento da proporção do conhecimento científico e sua relação positiva com o impacto na inovação, evidenciando a consistência da medição da atividade de P&D das empresas. Wollschlaeger et al. (2017) analisaram as tendências tecnológicas e o impacto da Internet das Coisas (IoT) no patenteamento industrial. Curran e Leker (2011) propuseram três métodos para identificar a convergência industrial, utilizando artigos científicos, análise de patentes e projetos de cooperação. Dechezleprêtre et al. (2017) constataram que um pequeno número de empresas globais de TIC é responsável por grande parte dos pedidos de patentes relacionados à indústria 4.0. Ciffolilli e Muscio (2018) destacaram a concentração da participação na indústria 4.0 em regiões específicas da Europa, enquanto a Europa Oriental e Meridional tem uma participação limitada e marginal no processo.

Ao considerar a literatura existente, é importante reconhecer que a mudança tecnológica é um fenômeno complexo e difícil de ser capturado por um único indicador (Abbas et al., 2014; Kowalski & Michorowska, 2014). No entanto, as estatísticas de patentes têm sido amplamente utilizadas para avaliar a posição competitiva em diversos domínios tecnológicos, tanto no nível das empresas quanto dos países (Kim & Lee, 2015; Dziallas & Blindt, 2019).

Importa frisar que diversas descobertas empíricas, como destacadas no estudo de Weresa (2019), sugerem uma relação positiva significativa entre diferentes técnicas e indicadores utilizados na análise das mudanças tecnológicas com base em patentes. Essas técnicas incluem a propensão ao patenteamento (Pantano et al., 2018), abordagens baseadas em modelagem (Choi & Song, 2018), citação de patentes (Van Raan, 2017), além de índices baseados em patentes que avaliam vantagens tecnológicas, como o índice h de patentes, índice de ativos de patentes e índice de impacto (Montresor & Quatraro, 2017; Makhoba & Pouris, 2019).

3 Método

Quanto aos objetivos, este estudo adota uma abordagem descritiva, buscando observar, registrar e analisar os fenômenos ou sistemas técnicos relacionados à análise de patentes, sem

aprofundar no mérito e nas razões dos conteúdos (Sampieri, Collado & Baptista, 2007). Em relação à natureza da pesquisa, é adotada uma abordagem quantitativa, utilizando métricas numéricas que são classificadas e analisadas por meio de técnicas estatísticas (Bryman, 2011). Nesse sentido, o estudo é de natureza aplicada e foi conduzido utilizando métodos de pesquisa bibliométrica, além do uso do software estatístico R. Para coleta de dados, foram utilizadas as bases de dados dos institutos de proteção legal do Brasil e de Portugal, bem como a base de dados comercial Orbit Intelligence, produzida pela Questel, que contém informações e acesso às patentes e pedidos da Q-Pat (patentes europeias e dos EUA) e FILE PLUSPAT (de 107 jurisdições de patentes).

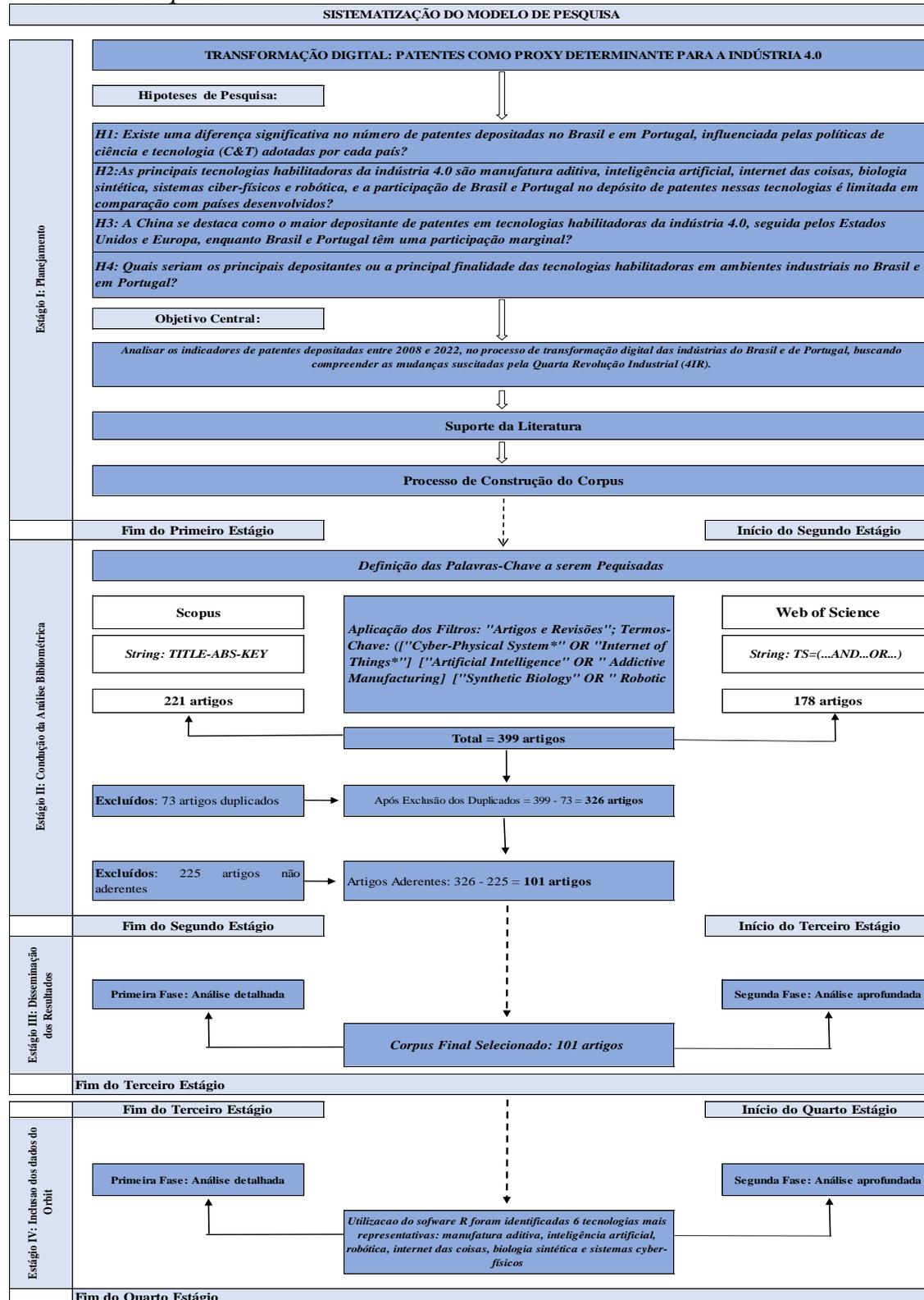
No estudo de patentes, a seleção das palavras-chave (strings) foi realizada utilizando dois métodos: a frequência dos termos em artigos por meio de uma análise bibliométrica nas bases de dados Web of Science e Scopus e busca inicial com o termo "indústria 4.0" no Orbit.

A partir dessa abordagem, foram identificados 399 artigos relacionados ao tema no período de 2008 a 2022, incluindo tópicos, títulos, resumos e palavras-chave nas bases de dados Web of Science e Scopus, mas finalizado com 101 artigos a partir da retirada dos artigos duplicados e devidas exclusões. Utilizando o software estatístico R, foram identificadas as 6 tecnologias mais representativas: manufatura aditiva, inteligência artificial, robótica, internet das coisas, biologia sintética e sistemas cyber-físicos, apresentadas na Figura 1.

Para a análise empírica, foram considerados os dados de depósitos de patentes no Brasil e em Portugal, abrangendo o período de 2008 a 2022, não utilizando o ano de 2023 e 2024 face o período de 18 meses de sigilo das patentes. O período contempla mudanças ocorridas em escala global, nas quais a crise mundial financeira de 2009, a implementação progressiva de novas tecnologias, transformação digital e a pandemia de COVID-19. Para tanto, utilizou-se uma nova classificação de patentes relacionadas à 4IR fornecida pelo EPO (2017) como base para a análise.

A estratégia de busca utilizada para obter os dados das patentes relacionadas às 6 tecnologias selecionadas foi baseada na combinação de conectores booleanos na plataforma Orbit. Os dados foram analisados por meio de gráficos que mapearam os principais inventores, países de depósito das patentes, status legal das tecnologias e suas aplicações. A análise incluiu a pesquisa dos titulares das patentes, a Classificação Internacional de Patentes (IPC) e famílias de patentes. Além disso, casos específicos foram pesquisados nos dois países para identificar a relação entre as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0. Para resumir as tecnologias, países e aplicações relacionadas, foi elaborada uma matriz de aplicações tecnológicas.

Figura 1
Modelo da Pesquisa



Fonte: autores, 2024.

Posteriormente, foi realizada a busca no Orbit utilizando as palavras chaves apresentadas no Quadro 1 com os respectivos operadores booleanos e truncadores, utilizando-se os filtros para Mundo, China, EPO, Brasil e Portugal para o período entre 2008 e 2022.

Quadro 1

Palavras- Chave Utilizadas

Palavras- Chaves
Additive 1W manufactur*
Artificial W intelligence (Artificial W intelligence) AND Industry
IIoT
Internet of things OR IoT
Cyber W physic*
Synthetic w biolog*
Robotic*

Fonte: autores, 2024

Em suma, a pesquisa de patentes foi realizada na base de dados Orbit e as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 foram selecionadas com base em critérios relacionados à sua identificação como tecnologias-chave na 4IR e sua aderência à Classificação Internacional de Patentes (IPC). No total, foram identificadas 6 tecnologias habilitadoras para análise, selecionadas com base em frequência de pesquisa bibliométrica e busca inicial utilizando os termos das "tecnologias disruptivas".

4 Resultados e Discussão

Os resultados e discussões deste estudo serão apresentados em respostas as hipóteses de pesquisas que foram elaboradas para atender ao objetivo central.

4.1 H1: Existe uma diferença significativa no número de patentes depositadas no Brasil e em Portugal, influenciada pelas políticas de ciência e tecnologia (C&T) adotadas por cada país?

No Brasil, a maioria dos pedidos de patente é depositada no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI-Brasil), exceto casos em que são feitos pedidos diretos a instituições

internacionais. Em Portugal, os depósitos podem ser realizados tanto no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI-Portugal) quanto no European Patent Office (EPO), que concede patentes em nível europeu de acordo com o Acordo de Patente Europeia. Além disso, é possível utilizar o sistema internacional de depósito de patentes PCT (Patent Cooperation Treaty) para solicitar proteção em diversos países.

Considerando a avaliação do total de patentes depositadas entre os países, é possível observar que no Brasil, a maioria dos depósitos de patentes é feita por não residentes, incluindo subsidiárias multinacionais, enquanto em Portugal a maioria dos depósitos é feita por residentes portugueses. Em 2022, a maioria dos pedidos de patentes em Portugal (79,34%) foi feita por residentes locais, totalizando 312 depósitos via europeia - Organização Europeia de Patentes 916 via nacional e 228 via internacional, totalizando 1456 pedidos. No Brasil, a situação é diferente, pois a maioria dos pedidos (cerca de 81%) provém de não residentes. Por exemplo, em 2013, dos 34.051 depósitos no Brasil, apenas 23,42% eram de residentes, enquanto em 2022, esse número aumentou para 24,75% de um total de 27.139 depósitos. De janeiro a novembro de 2022, dos 24.572 pedidos de patentes tivemos as seguintes participações: Estados Unidos (31%), Brasil (18%), China (7%), Alemanha (6%), Suíça e Japão (5%). Notavelmente, a maioria desses países depositou mais de 72% de seus pedidos por meio do PCT, exceto o Brasil, que utilizou esse sistema em apenas 3,2% de seus depósitos. (INPI, 2022).

Segundo dados da Patent Index (EPO, 2022), quanto aos indicadores globais de inovação, Portugal possui uma posição mais destacada devido ao número maior de patentes por milhão de habitantes (30) e ocupa a 27.^a posição no ranking europeu em comparação ao Brasil (19,8). Além disso, há diferenças na origem dos depositantes: no Brasil, as pessoas físicas dos residentes apresentam o maior percentual de depósitos, enquanto em Portugal as pessoas coletivas têm o maior número de pedidos de patentes. No contexto brasileiro, as empresas deixaram de liderar os depósitos de patentes, com um aumento significativo na participação das universidades. Já em Portugal, os pedidos pela via europeia e internacional são essencialmente creditáveis ao setor empresarial, com titulares que residem em outros países. Todavia, a Feedzai lidera a lista dos requerentes portugueses com o maior número de pedidos de patentes no IEP, mas a maior parte dos depósitos são oriundas das universidades e centros de investigação em Portugal, ou seja, seis dos 10 principais candidatos no IEP são provenientes deste setor. Os dados também mostram que

a maioria dos depósitos de patentes em Portugal tem o próprio país como o primeiro local de pedido. Alguns dos dados encontrados podem ser conferidos na Tabela 1.

Tabela 1

Dados de pedidos e concessões de Patentes no Brasil e Portugal

Anos	Patentes Brasil (Depósitos INPI)		Patentes Portugal (Depósitos INPI) – Via Nacional		Patentes Portugal pela Via Européia (EPO)		Patentes Portugal pela Via Internacional	
	Pedidos de Residentes e não residentes no Brasil	Concessões a residentes e não residentes no Brasil	Pedidos de residentes e não residentes em Portugal	Concessões a residentes e não residentes em Portugal	Pedidos de residentes e não residentes em Portugal	Concessões a residentes e não residentes em Portugal	Pedidos de residentes e não residentes em Portugal	Concessões a residentes em Portugal
2008	26.640	2.830	514	236	n.d	25	58	n.d
2009	25.890	3.164	723	213	n.d	24	201	n.d
2010	28.100	3.623	654	201	148	28	187	n.d
2011	31.880	3.813	772	219	136	26	144	n.d
2012	33.569	3.139	803	235	149	30	156	n.d
2013	34.050	3.325	867	228	215	26	246	n.d
2014	33.182	3.123	929	197	129	22	240	n.d
2015	33.043	3.895	1.178	186	152	46	211	n.d
2016	31.020	4.772	939	150	163	59	232	n.d
2017	28.667	6.247	846	159	155	68	180	n.d
2018	27.551	11.080	842	179	233	90	324	n.d
2019	28.318	13.742	965	202	290	110	254	n.d
2020	27.228	21.303	1.124	248	251	70	249	n.d
2021	26.522	27.629	919	316	286	72	242	n.d
2022	27.139	40.333	916	216	312	29	228	n.d
Total	442.799	115.718	12.991	3.185	2.619	725	3.152	n.d

Fonte: Elaboração própria dos autores a partir dos dados do INPI, Portugal e Brasil (2024)

4.2 H2: As principais tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 são manufatura aditiva, inteligência artificial, internet das coisas, biologia sintética, sistemas ciber-físicos e robótica, e a participação de Brasil e Portugal no depósito de patentes nessas tecnologias é limitada em comparação com países desenvolvidos?

Em relação às principais tecnologias habilitadoras da indústria 4.0, os dados obtidos foram analisados usando a busca de seis tecnologias-chave, relacionadas à indústria, que identificou o seguinte resultado: Manufatura Aditiva, Inteligência Artificial, Internet das Coisas, Biologia Sintética, Sistemas Ciber Físicos e Robótica. A pesquisa de patentes no Orbit revelou um total de 554.122 patentes depositadas mundialmente nessas tecnologias, sendo que Portugal possui 817 patentes (0,15% do total) e o Brasil possui 2.168 patentes (0,39% do total) no período de 2008 a 2022. Essas patentes representam apenas uma pequena porcentagem do total de depósitos nos

respectivos países, indicando um baixo envolvimento nessas tecnologias em comparação com outros países desenvolvidos.

Tabela 2

Principais tecnologias habilitadoras da indústria 4.0

TECNOLOGIA	Mundo	China	Portugal	Brasil	EPO
Additive 1W manufactur*	67.244	20.016	220	344	10.166
Artificial W intelligence	175.132	74.520	107	432	11.107
(Artificial W intelligence) AND Industry	6.379	2.688	3	10	192
IIoT	994	248	6	12	156
Internet of things OR IoT	198.161	79.419	173	530	9.929
Cyber W physic*	1.531	345	3	15	176
Synthetic w biolog*	2.152	778	5	21	308
Robotic*	102.529	23.694	300	804	12.670
TOTAL	554.122	201.708	817	2.168	44.704
% do TOTAL	100,00	36,40	0,15	0,39	8,07

Fonte: Orbit da Questel (2024)

Analisando o contexto global, o Brasil e Portugal são considerados países em desenvolvimento tardio em relação a tecnologias habilitadoras da indústria 4.0. Enquanto os Estados Unidos se destacam com uma forte base tecnológica em robótica e manufatura aditiva, Brasil e Portugal não são reconhecidos nessas tecnologias. No entanto, Portugal tem aumentado sua incidência de depósitos de patentes, mesmo com limitações estruturais, especialmente por meio do Escritório Europeu de Patentes.

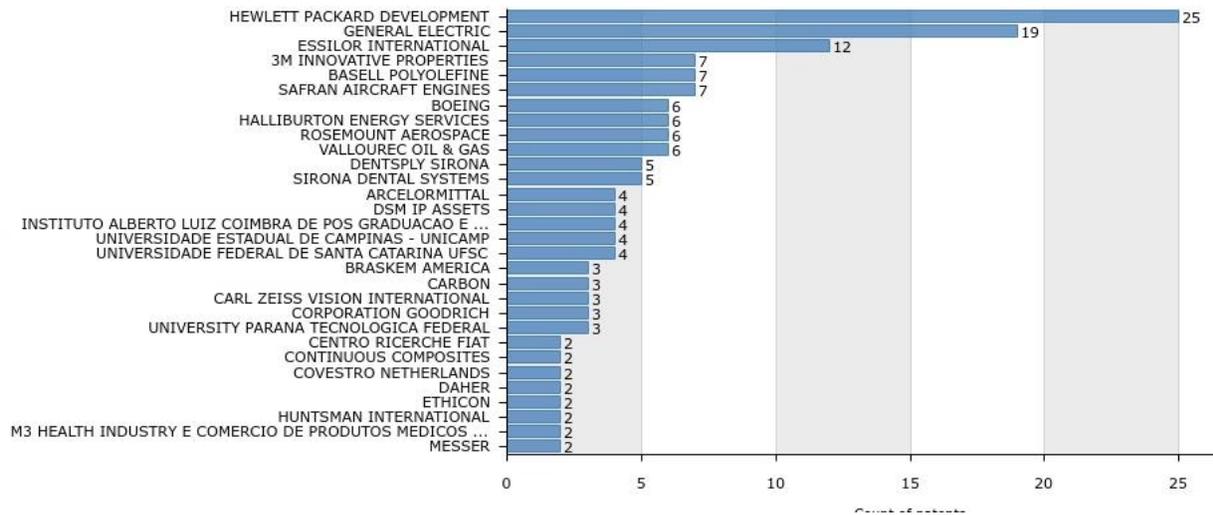
4.3 H3: A China se destaca como o maior depositante de patentes em tecnologias habilitadoras da indústria 4.0, seguida pelos Estados Unidos e Europa, enquanto Brasil e Portugal têm uma participação marginal?

A tecnologia de Manufatura Aditiva, que enfatiza a importância das atividades de P&D nos campos associados, foi investigada em relação aos depósitos de patentes, revelando que a China é o maior depositante, seguida pelos Estados Unidos China e pelo Escritório Europeu de Patentes (EPO). No Brasil, a participação de filiais de multinacionais como General Electric (GE) e Hewlett-Packard Company (HP) é significativa, indicando o crescimento das atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e patentes realizadas por essas empresas, que já ocupam a

primeira posição no ranking global, conforme observado na Figura 2. Em Portugal, conforme pode ser observado na Figura 3, o maior depositante é residente português, mas alguns depositantes optam por realizar seus pedidos prioritários em outros escritórios, devido a mercados mais atrativos, como o EPO. Também foi possível observar um aumento do interesse pela proteção patentária na China e no Brasil a partir de 2014, alinhado com a transformação digital desses países, todavia, apesar da quantidade expressiva de depósitos chineses, apenas uma pequena parcela desses depósitos é considerada tecnologicamente relevante a nível internacional na área da manufatura aditiva.

Figura 2

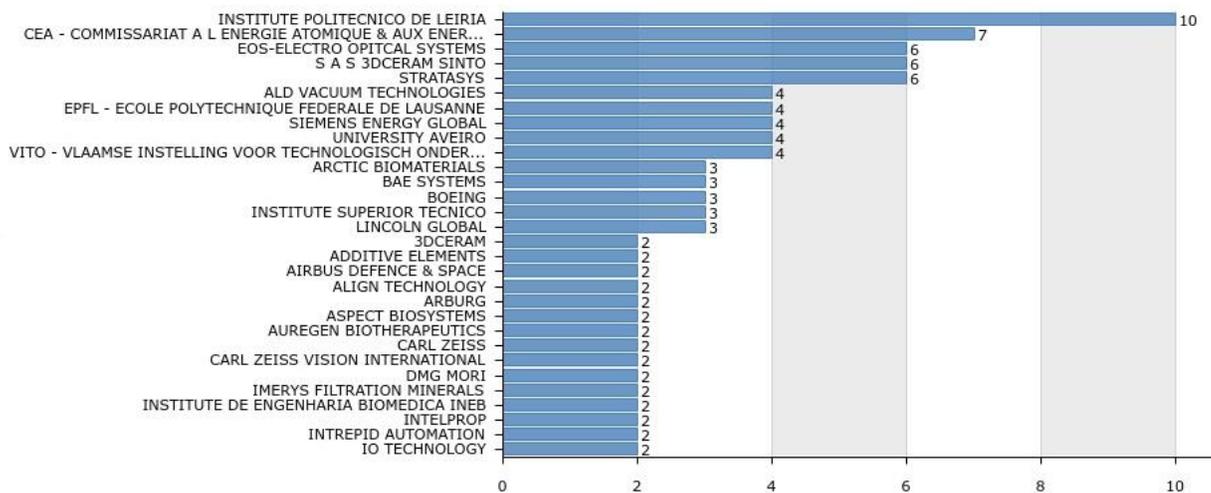
Depositantes no Brasil - Manufatura Aditiva



Fonte: Orbit da Questel (2024)

Figura 3

Depositantes em Portugal - Manufatura Aditiva



Fonte: Orbit da Questel (2024)

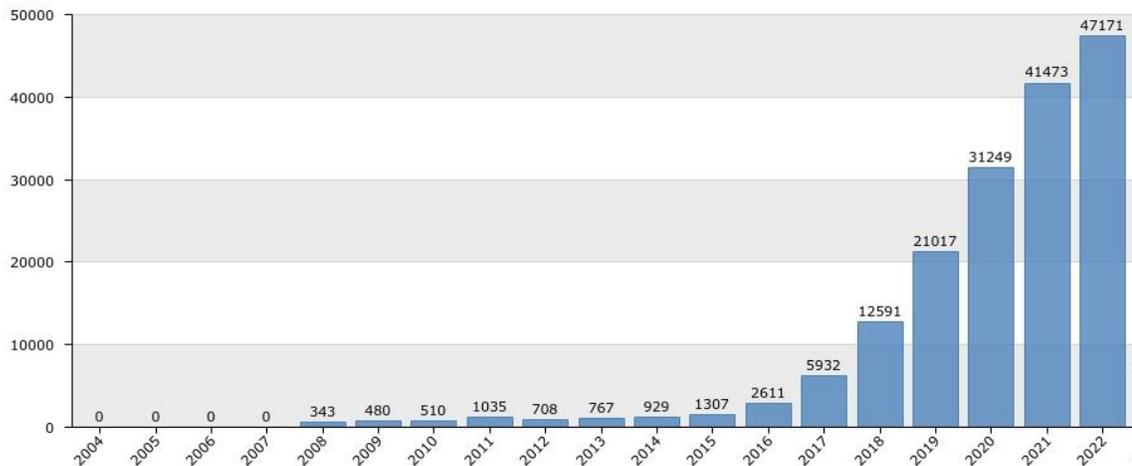
No contexto da tecnologia de Internet das Coisas (IoT), os dados revelam que a China é o país com maior número de depósitos de patentes, totalizando 79.419 depósitos de um total de 198.161. Em comparação, Portugal registrou 173 depósitos e o Brasil registrou 530 depósitos nessa área. Dos 994 depósitos aplicados à indústria (IIoT), surgem os Estados Unidos da América na liderança com 290 depósitos, enquanto a China foi responsável por 248 depósitos, Portugal registrou 6 depósitos e o Brasil registrou 12. A liderança dos países asiáticos, especialmente a China, na digitalização impulsionada pela IoT tem sido cada vez mais evidente, desafiando a posição dos Estados Unidos como líder no setor, tendência reforçada por estudos que mostram o crescimento da China nesse domínio (Ardito, et al., 2018; Mehmood et al., 2016).

Os dados sobre patentes de Inteligência Artificial (IA) revelam que a China é o país com maior número de depósitos, totalizando 74.520 depósitos de um total de 175.132, enquanto Portugal registrou apenas 4 depósitos e o Brasil registrou 77 depósitos nessa área. As empresas são as maiores depositantes de patentes relacionadas à IA, mas é importante destacar as universidades chinesas e entidades públicas de pesquisa que desempenham papel de vanguarda em áreas como aprendizado de máquina, aprendizado profundo e neurociência. Destaque para a empresa Tencent Technology Shenzhen, empresa chinesa de tecnologia proprietária do WeChat, com mais de 5.500 pedidos de patente de IA. Quanto aos depósitos ao longo do tempo, observa-se um aumento

significativo a partir de 2017, conforme pode ser verificado na Figura 4, refletindo o crescimento da indústria 4.0 e o aumento da propriedade intelectual nas tecnologias habilitadoras. No Brasil, houve um aumento nos depósitos de patentes de IA após 2014, atingindo um máximo em 2020, com ligeiro declínio em 2021 e 2022, ao contrário do cenário mundial, que continuou com crescimento acentuado.

Figura 4

Ano de Depósito no Mundo - Inteligência Artificial



Fonte: Orbit da Questel (2024)

Em relação às patentes de Sistemas Ciber-Físicos (CPS), de um total de 1.531 depósitos no período analisado de 2008 a 2022, 345 foram requeridos pela China, 3 por Portugal e 15 pelo Brasil. Salienta-se que, do número de pedidos de patentes depositados no mundo, 521 estiveram pendentes, número ligeiramente inferior às patentes concedidas 641. Entre os 30 maiores depositantes de patentes nesse domínio tecnológico, destacam-se empresas como Siemens e Qomplex.

Quanto aos dados sobre patentes de Robótica Industrial, a China se destaca com 23.694 depósitos, com pequena diferença em relação aos Estados Unidos com 23.678 pedidos, de um total de 102.529. Em seguida, o EPO (Escritório Europeu de Patentes) registrou 12.670 e o Japão registrou 7.749. Os Estados Unidos e a China continuam liderando a inovação na robótica industrial, enquanto a Europa está se tornando um importante competidor nesse campo, com um rápido crescimento no número de patentes desde os anos 2000. A presença de empresas chinesas

nos depósitos de patentes ainda é limitada, sendo empresas de área médica de outros países as principais depositantes, contudo, a China está investindo fortemente na área e planeja se tornar um dos principais produtores de robôs do mundo.

4.4 H4: Quais seriam os principais depositantes ou a principal finalidade das tecnologias habilitadoras em ambientes industriais no Brasil e em Portugal?

A análise das patentes depositadas pelo Brasil e Portugal no domínio da manufatura aditiva revelou que as categorias "outras máquinas" e "materiais metalúrgicos" são as principais contribuintes para as patentes nessa área. Isso destaca o desenvolvimento significativo desses domínios tecnológicos e a importância do planejamento estratégico de P&D para o crescimento futuro do setor. Os pedidos de patentes aumentaram nos últimos três anos em ambos os países. No Brasil, as aplicações de manufatura aditiva em ambientes industriais estão concentradas em processos de montagem, metalurgia, ferramentas e instruções de trabalho. Além disso, equipamentos e operações auxiliares e materiais químicos também são áreas de destaque. Essas aplicações representam 69% das patentes de IA, indicando um alto potencial de inovação.

No campo da Internet das Coisas (IoT), os 30 maiores depositantes de patentes no Brasil e Portugal incluem empresas como Qualcomm e Ericsson, principais contribuidoras de patentes nesse domínio tecnológico. Os resultados também destacam as empresas Samsung Electronics, Sony e Philips, líderes tradicionais em aparelhos domésticos, mas mostram a expansão de empresas de TIC como Google, Microsoft, IBM, Huawei, Cisco, Siemens e General Electric, que estão desenvolvendo soluções para diversos setores. Os resultados contrapõem estudos de Mehmood et al. (2016) e de Ardito et al. (2018), que apontavam os Estados Unidos como líder nesse campo.

Quanto ao campo da Inteligência Artificial (IA), no Brasil, as áreas de aplicação foram principalmente nas categorias de tecnologia de computador, mensuração e comunicação digital, com destaque para transmissões de informações digitais e processamento de dados de imagem. Em Portugal, as categorias de tecnologia de computador, mensuração e comunicação digital também foram relevantes para as patentes de IA.

Na área de Sistemas Ciber-Físicos (CPS), as categorias de controle e tecnologia de computador foram os principais contribuintes para as patentes no Brasil. Por sua vez, na tecnologia de Robótica as principais tecnologias foram relacionadas à tecnologia médica e tecnologia para

implementos manuais, tanto no Brasil como em Portugal. Em geral, percebe-se que são tecnologias comuns para fabricantes de robôs industriais e para aplicações específicas, como tratamento de radiação, equipamentos para limpeza médica e sanitária, limpeza da casa ou aparelhos de retenção para dispositivos de semicondutores.

Em suma, apesar das diferenças entre os dois países, tanto em termos de períodos analisados quanto de setores abrangidos, ambos demonstraram uma participação ativa e crescente no depósito de patentes, buscando o reconhecimento de sua capacidade de inovação por meio de empresas e centros científicos de excelência. Embora ideias prévias sobre a divisão rígida dos países em inovadores e replicadores estejam sendo abandonadas, fica claro que mesmo países com um passado tecnológico menos expressivo podem se inserir no processo inovador global e colher os frutos desse esforço, como exemplificado pela China, no entanto, é necessário um preparo e uma orientação adequados para alcançar esse objetivo.

5 Considerações Finais

Os resultados da literatura evidenciam um aumento na atividade de patenteamento relacionada à indústria 4.0 no Brasil e em Portugal, principalmente em dispositivos em rede e na área de serviços (Benassi et. al., 2019). Empresas mais jovens na área de tecnologia estão registrando patentes relacionadas à indústria 4.0, e há um crescimento constante no número médio de pedidos de patentes ao longo do tempo.

Embora os depósitos de patentes das tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 representem uma pequena porcentagem do total de depósitos, observa-se um aumento nos depósitos em Portugal e um aumento posterior aos anos de queda no Brasil. No entanto, é importante ressaltar que a maioria dos depósitos não é feita por residentes nacionais, e essa condição não é exclusiva do Brasil. Além disso, o número de concessões de patentes no Brasil aumentou mesmo com a redução dos depósitos, indicando um processo mais ágil de análise e concessão de patentes. Esses resultados mostram que tanto o Brasil quanto Portugal estão buscando reduzir a distância em termos de inovação em relação a outros países e estão aproveitando o potencial da indústria 4.0 para impulsionar o desenvolvimento tecnológico.

A pesquisa revelou que as políticas de inovação no Brasil e em Portugal podem ter sido afetadas pelas crises (financeira e COVID-19) enfrentadas durante o período analisado, juntamente com a história e a fragilidade dos sistemas de inovação nas manufaturas desses países. Apesar das

limitações e desafios, o Brasil ainda possui uma indústria de grande magnitude e potencial, embora tenha passado por um processo de desindustrialização com uma concentração em serviços de baixa produtividade. Por sua vez, Portugal apresenta diferenças significativas na propensão ao patenteamento de acordo com os setores, com empresas bem posicionadas em cadeias de valor internacionais.

Comparando com pesquisas anteriores literatura (Arundel, 2001; Cohen et al., 2000), é observado que os países com setores industriais mais desenvolvidos, PIB per capita mais alto e população maior têm maior presença nos depósitos de patentes relacionadas à indústria 4.0. No entanto, o uso das patentes como indicador tecnológico tem sido questionado, pois pode não refletir totalmente a inovação e a apropriação tecnológica das empresas. Além disso, as patentes são mais relevantes para inovações de produto, enquanto a transformação digital avança principalmente nos setores de serviços, sendo importante considerar outras abordagens e instrumentos para medir a complexa integração entre setores.

No caso do Brasil, o número de patentes depositadas está abaixo do esperado considerando sua condição socioeconômica, com predominância de multinacionais nos depósitos relacionados à indústria 4.0. Em contraste, em Portugal, empresas locais já percebem a propriedade intelectual como estratégia para o desenvolvimento econômico e social, refletindo melhorias nos indicadores de P&D nos últimos anos. Embora ambos os países enfrentem desafios estruturais, Portugal tem mostrado progresso na inovação e foi classificado como um país fortemente inovador.

Ressalta-se as contribuições sociais do artigo que destacam a redução do fosso tecnológico à medida que o estudo propõe um diagnóstico capaz de reduzir a distância entre os criadores e utilizadores das tecnologias da Indústria 4.0, permitindo superar as lacunas tecnológicas existentes. Além disso, a orientação para políticas industriais e de inovação visto que o estudo discute os quadros de desenvolvimento existentes e propõe tendências de patenteamento, fornecendo subsídios valiosos para os formuladores de políticas industriais e de inovação no Brasil e em Portugal, ressaltando no caso do Brasil o Plano de Neo industrialização Nova Indústria Brasil (NIB-2024). Sobretudo o fortalecimento das capacidades de inovação ao identificar as áreas em que Brasil e Portugal têm aumentado seus depósitos de patentes, o estudo sugere que esses países estão buscando reconhecimento por sua capacidade de inovação, o que pode fortalecer suas economias e fomentar o desenvolvimento tecnológico. Por fim, a promoção da transformação digital à medida que o artigo contribui para a conscientização sobre a importância da transformação

digital na indústria, incentivando a adoção de novas tecnologias e o desenvolvimento de competências associadas, o que pode gerar impactos positivos na sociedade, como a criação de empregos e o aumento da competitividade dos países envolvidos.

Este estudo se diferencia por abordar tecnologias específicas da Indústria 4.0, como inteligência artificial, manufatura aditiva, robótica e Internet das Coisas, com foco em sistemas de informação. No entanto, há limitações a considerar, como a falta de análise dos antecedentes e efeitos dos pedidos de patentes em outras dimensões competitivas dos países, bem como a incerteza e diversidade das trajetórias tecnológicas das novas tecnologias.

Como sugestão, futuras pesquisas podem se concentrar em análises comparativas e longitudinais dos pedidos de patentes e patentes concedidas, seria uma oportunidade de comparação da trajetória entre os países. Como implicações práticas, os resultados destacam que o aumento de pedidos de patentes 4IR é explicado principalmente pelas empresas já existentes que depositam mais pedidos de patentes 4IR ao longo do tempo, ao invés de novas empresas. Ademais, há uma tendência geral pela qual as empresas tendem a se especializarem em poucas áreas tecnológicas.

References

- 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. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2013.12.006>
- Acs, Z. J., Anselin, L., & Varga, A. (2002). Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. *Research Policy*, 31(7), 1069–1085. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(01\)00184-6](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(01)00184-6)
- Ardito, L., Petruzzelli, A. M., Panniello, U., & Garavelli, A. C. (2019). Towards Industry 4.0. *Business Process Management Journal*, 25(2), 323–346. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-04-2017-00882>
- Ardito, L., D’Adda, D., & Messeni Petruzzelli, A. (2018). Mapping innovation dynamics in the Internet of Things domain: Evidence from patent analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 317–330. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.04.022>

- Arundel, A. (2001). The relative effectiveness of patents and secrecy for appropriation. *Research Policy*, 30(4), 611–624. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(00\)00100-1](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(00)00100-1)
- Bakker, J. (2016). The log-linear relation between patent citations and patent value. *Scientometrics*, 110(2), 879–892. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2208-7>
- Benassi, M., Grinza, E., & Rentocchini, F. (2019). The Rush for Patents in the Fourth Industrial Revolution: An Exploration of Patenting Activity at the European Patent Office. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3414338>
- Bryman, A. & Cramer, D. (2011) *Quantitative Data Analysis with IBM SPSS 17, 18 & 19: A Guide for Social Scientists*. Routledge.
- Cecere, G., Corrocher, N., Gossart, C., & Ozman, M. (2014). Technological pervasiveness and variety of innovators in Green ICT: A patent-based analysis. *Research Policy*, 43(10), 1827–1839. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.06.004>
- Cohen, W., Nelson, R., & Walsh, J. (2000). *Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (or Not)*. <https://doi.org/10.3386/w7552>
- Ciffolilli, A., & Muscio, A. (2018). Industry 4.0: national and regional comparative advantages in key enabling technologies. *European Planning Studies*, 26(12), 2323–2343. <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1529145>
- Chang, R.-Y., Lin, Y.-S., & Hu, J.-L. (2015). Mixed Competition and Patent Licensing. *Australian Economic Papers*, 54(4), 229–249. <https://doi.org/10.1111/1467-8454.12052>
- Chen, Z., & Guan, J. (2015). The core-peripheral structure of international knowledge flows: evidence from patent citation data. *R&D Management*, 46(1), 62–79. <https://doi.org/10.1111/radm.12119>

- Choi, D., & Song, B. (2018). Exploring Technological Trends in Logistics: Topic Modeling-Based Patent Analysis. *Sustainability*, 10(8), 2810. <https://doi.org/10.3390/su10082810>
- Curran, C.-S., & Leker, J. (2011). Patent indicators for monitoring convergence – examples from NFF and ICT. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(2), 256–273. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.06.021>
- Confederação Nacional da Indústria (CNI). (2020). *As invenções da 4a revolução industrial: Uma análise dos dados de patentes no Brasil*. Portaldaindustria.com.br. <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2020/1/invencoes-da-4-revolucao-industrial-uma-analise-dos-dados-de-patentes-no-brasil>
- Dechezleprêtre, A., Ménière, Y., & Mohnen, M. (2017). International patent families: from application strategies to statistical indicators. *Scientometrics*, 111(2), 793–828. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2311-4>
- Dziallas, M., & Blind, K. (2019). Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis. *Technovation*, 80-81, 3–29. Sciencedirect. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.05.005>
- European Patent Office (EPO) (2017). Patents and the Fourth Industrial Revolution: 8e Inventions behind Digital Transformation, European Parliament Office (EPO), Munich, Germany. [https://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/17FDB5538E87B4B9C12581EF0045762F/\\$File/fourth_industrial_revolution_2017__en.pdf](https://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/17FDB5538E87B4B9C12581EF0045762F/$File/fourth_industrial_revolution_2017__en.pdf)
- European patent office (EPO). (2022). Patent Index . Disponível em: <https://www.epo.org/about-us/annual-reports-statistics/statistics/2022.html>. Acesso em: 01 ago. 2024.

IMD. World Digital Competitiveness Ranking, 2017.

INPI- Brasil (2020). Boletim mensal Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, v.5, n. 1, p. 1-21, jan. 2020. https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/estatisticas/arquivos/publicacoes/boletim_jan_2020.pdf

INPI (2022). Boletim mensal de propriedade industrial: estatísticas preliminares. / Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Presidência. Diretoria Executiva. Assessoria de Assuntos Econômicos (AECON) - -Vol. 1, n.1 (2016) - - Rio de Janeiro: 2022. https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/estatisticas/arquivos/publicacoes/boletim-mensal-de-propriedade-industrial_dezembro2022.pdf

Kim, J., & Lee, S. (2015). Patent databases for innovation studies: A comparative analysis of USPTO, EPO, JPO and KIPO. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 332–345. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.01.009>

Kowalski, A. M., Michorowska, B. (2014). Methods for measuring innovation. In M. A. Weresa (Ed.), *Innovation, human capital and trade competitiveness. How are they connected and why do they matter?* (pp. 74-78). Heidelberg, New York, London: Springer

Lee, C., Park, G., & Marhold, K., (2017). Top management team’s innovation-related characteristics and the firm’s explorative R&D: an analysis based on patent data. *Scientometrics*, 111(2), 639–663. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2322-1>

Makhoba, X., & Pouris, A. (2019). A patentometric assessment of selected R&D priority areas in South Africa, a comparison with other BRICS countries. *World Patent Information*, 56, 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2018.10.001>.

MCTI, 2023. Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação. 6.1.1 Brasil: Pedidos de

patentes depositados no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), segundo tipos de patentes e origem do depositante, 2000-2022. Disponível em:

<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/indicadores/paginas/patentes/inpi-escriptorio-brasileiro/6-1-1-brasil-pedidos-de-patentes-depositados-no-instituto-nacional-da-propriedade-industrial-segundo-tipos-de-patentes-e-origem-do-depositante>. Acesso em: 01 de ago de 2024)

Mehmood, A., Choi, G. S., von Feigenblatt, O. F., & Park, H. W. (2016). Proving ground for social network analysis in the emerging research area “Internet of Things” (IoT).

Scientometrics, 109(1), 185–201. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-1931-4>

Mingji, J., & Ping, Z. (2014). Research on the Patent Innovation Performance of University–Industry Collaboration Based on Complex Network Analysis. *Journal of Business-To-Business Marketing*, 21(2), 65–83. <https://doi.org/10.1080/1051712x.2014.903454>

Montesor, S., & Quatraro, F. (2017). Regional Branching and Key Enabling Technologies:

Evidence from European Patent Data. *Economic Geography*, 93(4), 367–396. <https://doi.org/10.1080/00130095.2017.1326810>

Okamuro, H., & Nishimura, J. (2012). Impact of university intellectual property policy on the performance of university-industry research collaboration. *The Journal of Technology Transfer*, 38(3), 273–301. <https://doi.org/10.1007/s10961-012-9253-z>

Pantano, E., Priporas, C.-V., & Stylos, N. (2018). Knowledge Push Curve (KPC) in retailing: Evidence from patented innovations analysis affecting retailers’ competitiveness. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 44, 150–160.

<https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2018.06.004>

Sampieri, F., R., Collado, F. C., & Baptista, L., P., (2007). *Fundamentos de metodologia de la*

Sampieri, F., R., Collado, F. C., & Baptista, L., P., (2007). *Fundamentos de metodología de la*

- investigación*. McGraw Hill. 336 p.
- Schroeder, A., Bigdeli, A. Z., Zarco, C., Galera & Baines, T., (2019). Capturing the benefits of industry 4.0: a business network perspective, *Production Planning & Control*, 30(16), 1305–1321. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1612111>
- van Raan, A. F. J. (2017). Patent Citations Analysis and Its Value in Research Evaluation: A Review and a New Approach to Map Technology-relevant Research. *Journal of Data and Information Science*, 2(1), 13–50. <https://doi.org/10.1515/jdis-2017-0002>
- Weresa, M. A. (2019). Technological competitiveness of the EU member states in the era of the fourth industrial revolution. *Economics and Business Review*, 5(3), 50–71. <https://doi.org/10.18559/ebr.2019.3.4>
- White, C., & Piroozi H. (2019). Drafting patent applications covering artificial intelligence systems. *Landslide*. 11. https://www.americanbar.org/groups/intellectual_property_law/publications/landslide/2018-19/january-february/drafting-patent-applications-covering-artificial-intelligence-systems/
- Wollschlaeger, M., Sauter, T., & Jasperneite, J. (2017). The Future of Industrial Communication: Automation Networks in the Era of the Internet of Things and Industry 4.0. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 11(1), 17–27. <https://doi.org/10.1109/mie.2017.2649104>
- World Economic Forum., & Harvard University. (2018). *The global competitiveness report*. Geneva: World Economic Forum (WEF). https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2018/?DAG=3&gclid=Cj0KCQjwxuCnBhDLARIsAB-cq1q9WrDsU8miFWhuddR_nx9jeOU8fS0fvXmnKQi6OhpJpn8UiCq8oC4aAol3EALw_

wcB

Zhong, B., Hei, Y., Li, H., Rose, T., & Luo, H. (2019). Patent cooperative patterns and development trends of Chinese construction enterprises: A network analysis. *Journal of Civil Engineering and Management*, 25(3), 228-240.

<https://doi.org/10.3846/jcem.2019.8137>