

RAFAELA TIEMY MENDONÇA HATAKEYAMA

**Análise Bibliométrica das Tecnologias Internet of Things (IoT) e Big Data aplicadas à
Logística**

Rafaela Tiemy Mendonça Hatakeyama

**Análise Bibliométrica das Tecnologias Internet of Things (IoT) e Big Data aplicadas à
Logística**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica da Faculdade de Engenharia do *Campus* de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins

Guaratinguetá - SP

2021

H361a	<p>Hatakeyama, Rafaela Tiemy Mendonça</p> <p>Análise bibliométrica das tecnologias Internet of things (IoT) e Big Data aplicadas à logística / Rafaela Tiemy Mendonça Hatakeyama – Guaratinguetá, 2021.</p> <p>70 f : il.</p> <p>Bibliografia: f. 65-70</p> <p>Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2021.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins</p> <p>1. Logística. 2. Internet das coisas. 3. Bibliometria. I. Título.</p> <p>CDU 658.5</p>
-------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Luciana Máximo

Bibliotecária CRB-8/3595

RAFAELA TIEMY MENDONÇA HATAKEYAMA

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
“**GRADUADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA**”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA



Prof. Dra. Andreia Maria Pedro Salgado
Coordenadora

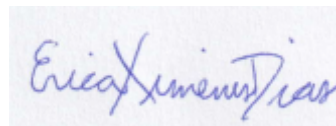
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins
Orientador/UNESP-FEG



Prof. Dr. Aneirson Francisco da Silva
UNESP-FEG



Prof.ª Dr.ª Erica Ximenes Dias
Membro Externo

Março 2021

DADOS CURRICULARES

RAFAELA TIEMY MENDONÇA HATAKEYAMA

NASCIMENTO 14.05.1998 – Ribeirão Preto / SP

FILIAÇÃO Martins Tetsuo Hatakeyama
Márcia Tereza Mendonça Hatakeyama

2016/2021 Curso de Graduação
Engenharia de Produção Mecânica
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)
Campus de Guaratinguetá

Dedico este trabalho a meus pais, pelo suporte incondicional em todas as fases de minha graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Márcia e Martins, por me apoiarem durante toda minha vida acadêmica e em todas as decisões que tomei;

aos meus irmãos, Juliana e Tiago, que sempre me motivam e me auxiliam em momentos difíceis;

à minha madrinha, Marina, pela leitura cautelosa e carinhosa de meu trabalho;

ao Prof. Dr. Fernando Augusto Marins, por sua orientação e assistência.

“Sinto-me nascido a cada momento para a eterna novidade do mundo...”

Fernando Pessoa

RESUMO

O advento da quarta revolução industrial, ou da Indústria 4.0, foi possibilitado a partir da introdução de sistemas ciberfísicos, os quais integram o mundo digital e o mundo físico em tempo real. Esses adventos pressionam cada vez mais as empresas a se transformarem digitalmente, uma vez que isso as torna mais competitivas, pois embora haja um grande investimento inicial, o custo-benefício previsto é maior. Algumas das tecnologias que podem ser aplicadas na Logística com a finalidade de se atingir a transformação digital nesse setor são a Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT), referente à interconexão digital de dispositivos, e o *Big Data Analytics*, análise de uma grande quantidade de dados estruturados e não-estruturados. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar o estado da arte com relação aos artigos sobre IoT e *Big Data* na Logística publicados entre 2014 e 2020, por meio da Revisão Sistemática da Literatura, identificando aplicações práticas e seus impactos. Além disso, com o uso da bibliometria, foi elaborada uma análise bibliométrica, composta de redes de citações, coocorrências e coautoria, além de mapa de evolução de palavras, entre outros. Com isso, averiguou-se a relevância dessas técnicas quando aplicadas à Logística, além de um crescente interesse de pesquisadores quanto ao tema explorado. Sendo assim, o trabalho auxilia na identificação e orientação para futuras pesquisas, ao apresentar conceitos, autores e países que mais publicam, além das principais palavras-chave utilizadas em estudos associados à IoT e *big data* na Logística.

PALAVRAS-CHAVE: Logística. Internet das Coisas. Big Data. Bibliometria.

ABSTRACT

The advent of the fourth industrial revolution, or Industry 4.0, was enabled due to the introduction of cyber-physical systems, which integrate the digital world and the physical world in real time. These advents put more and more pressure on companies to transform themselves digitally, as this makes them more competitive, because although there is a large initial investment, the expected cost-benefit is higher. Some of the technologies that can be applied in Logistics in order to achieve digital transformation in this sector are the Internet of Things (IoT), concerning the digital interconnection of devices, and Big Data Analytics, analysis of a large amount of structured and unstructured data. Thus, the objective of this study was to verify the state of the art with respect to articles on IoT and Big Data in Logistics published between 2014 and 2020, through the Systematic Literature Review, identifying practical applications and their impacts. Furthermore, with the use of bibliometrics, a bibliometric analysis was prepared, composed of co-citation, co-occurrence and co-authorship networks, as well as evolution map of words, among others. Thus, the relevance of these techniques when applied to Logistics was verified, as well as the growing interest of researchers in the theme explored. Therefore, the study contributes to the identification and guidance for future research, by presenting concepts, authors and countries that publish the most, besides the main keywords used in studies associated with IoT and big data in Logistics.

KEYWORDS: Logistics. Internet of Things. Big Data. Bibliometrics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relevância do tema IoT e Big Data na Logística.....	16
Figura 2 – Áreas de estudo de IoT e Big Data na Logística.....	17
Figura 3 – Evolução da IoT.....	22
Figura 4 – Tecnologias associadas à IoT.....	22
Figura 5 – Arquitetura geral do CPS.....	24
Figura 6 – Campos de aplicação da IoT.....	24
Figura 7 – O big data em constante crescimento.....	26
Figura 8 – Os “5 Vs” do big data.....	27
Figura 9 – Oportunidades do big data.....	28
Figura 10 – Modelos de SC interna e externa.....	30
Figura 11 – Evolução da Logística.....	32
Figura 12 – Direcionadores na Logística.....	32
Figura 13 – Controle de processos e Indústria 4.0.....	34
Figura 14 – Funcionamento RFID.....	35
Figura 15 – Desempenho dos principais periódicos.....	41
Figura 16 – Mapa de densidade de cocitação de periódicos.....	42
Figura 17 – Produtividade de autores.....	42
Figura 18 – Rede de coautoria de autores.....	43
Figura 19 – Rede de cocitação de autores.....	45
Figura 20 – Cocitação e acoplamento bibliográfico.....	46
Figura 21 – Análise de cocitação de artigos: (a) rede de cocitação; (b) mapa de densidade ...	46
Figura 22 – Citações por ano do artigo de Hofmann e Rüsç.....	48
Figura 23 – Áreas de estudo das publicações que citaram o artigo de Hofmann e Rüsç.....	49
Figura 24 – Acoplamento bibliográfico de artigos.....	50
Figura 25 – Citações por ano do artigo de Thoben, Wiesner e Wuest.....	51
Figura 26 – Rede de coautoria de países.....	52
Figura 27 – Rede de citação de países.....	53
Figura 28 – Mapa de sobreposição de palavras.....	54
Figura 29 – Mapa de evolução de palavras.....	55
Figura 30 – Palavras relacionadas com Internet of Things de 2014 a 2016.....	56
Figura 31 – Palavras relacionadas com Internet of Things de 2017 a 2018.....	57

Figura 32 – Palavras relacionadas com Internet of Things de 2019 a 2020.....	58
Figura 33 – Rede de agrupamentos de palavras	59
Figura 34 – Rede de sobreposições de palavras	60
Figura 35 – Rede de coocorrência da palavra Logística	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de publicações sobre IoT e Big Data na Logística de 2014 a 2020	17
Tabela 2 – Produtividade de periódicos	40
Tabela 3 – Produtividade das principais instituições	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

B	Byte
CPS	Cyber-physical systems
CSCMP	Council of Supply Chain Management Professionals
IA	Inteligência Artificial
IoT	Internet of Things
ms	milissegundos
NP	Número de Publicações
PIB	Produto Interno Bruto
RFID	Radio-Frequency Identification
SC	Supply Chain
SCM	Supply Chain Management
WMS	Warehouse Management System
ZB	Zettabyte

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E QUESTÕES DA PESQUISA	14
1.2	OBJETIVOS, DELIMITAÇÃO E JUSTIFICATIVAS	15
1.3	MATERIAIS E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	18
1.3.1	Bibliometria	19
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1	TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0.....	21
2.1.1	A Internet das Coisas	21
2.1.2	O <i>Big Data</i>	25
2.2	LOGÍSTICA	29
2.2.1	Logística 4.0	31
2.3	APLICAÇÕES DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NA LOGÍSTICA ...	33
2.3.1	Aplicações no Brasil	37
3	ANÁLISE DOS RESULTADOS	40
3.1	BIBLIOMETRIA.....	40
3.2	LACUNAS DE PESQUISA.....	61
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
4.1	VERIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS E RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DE PESQUISA.....	63
4.2	SUGESTÕES PARA CONTINUIDADE DO TRABALHO	64
	REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E QUESTÕES DA PESQUISA

Indústria é a parte da economia que processa bens materiais de modo altamente mecanizado e automatizado (LASI *et al.*, 2014). Desde 1750, ocorreram mudanças drásticas nos processos industriais, denominadas “Revoluções Industriais”, as quais tiveram início em países desenvolvidos e depois se espalharam pelo mundo. Desde 2011, está ocorrendo a 4ª Revolução Industrial, mais conhecida como Indústria 4.0, a qual está alterando não somente a maneira de trabalhar das indústrias, como também os cenários político, social e econômico, sendo tal alteração advinda da digitalização e hiper conectividade (OIAN, 2019; LASI *et al.*, 2014).

Globalmente, os setores industriais estão se revolucionando com a Indústria 4.0, transformando-se digitalmente. Conforme Stancioiu (2017), aproximadamente um terço das empresas já considera seu nível de digitalização como alta, o que tem previsão de aumentar de 33% para 72% nos 5 anos subsequentes; inclusive, a natureza competitiva da atual indústria força as empresas a buscarem implementar metodologias de alta tecnologia, para que atendam às novas demandas e expectativas dos clientes e do mercado, o que resulta em um maior uso de máquinas conectadas e, conseqüentemente, na geração de um grande volume de dados, conhecido como *Big Data* (LEE; BAGHERI; KAO, 2015; ZUCHELLI, 2020).

Segundo Oian (2019), a hiperconectividade em tempo real, aliada à alteração no sistema de produção e no consumo devido à introdução de sistemas ciberfísicos (*Cyber-Physical Systems - CPS*), internet das coisas (*Internet of Things - IoT*) e integração horizontal e vertical, gera uma quantidade incontável de novas informações e conhecimentos. Conforme Pfohl, *et al.* (2015), com a digitalização de processos há também um aumento substancial na quantidade de dados disponíveis e, dessa forma, a 4ª Revolução Industrial impacta não somente as indústrias, como também as cadeias de suprimentos.

A Logística é a parte do gerenciamento da cadeia de suprimentos (*SCM – Supply Chain Management*) responsável pelo processo de planejar, implementar e controlar o fluxo e armazenamento de bens, serviços e informações, englobando desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com a finalidade de atender aos requisitos do cliente (CSCMP, 2013).

De acordo com Compatangelo (2020), no Brasil, o custo logístico consome cerca de 13% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, o que, se comparado com outros países de dimensões

semelhantes, é bastante elevado – por exemplo, nos Estados Unidos (EUA) esse não chega a 8% do PIB. Um dos motivos para tal divergência é a utilização dos modais logísticos, sendo nos EUA 40% do volume transportado por meio de ferrovias e 30% por meio de rodovias. No Brasil, quase 60% de todo o volume transportado utiliza o modal rodoviário, revelando que a logística neste país é muito cara, o que impacta também no quão competitivo é. Conforme *World Economic Forum* (2019), o Brasil ocupa a 71ª posição no *ranking* de competitividade dentre 141 países avaliados, abaixo de todos os países que compõem o BRICS e sobretudo abaixo dos EUA, que ocupam o segundo lugar nesse ranking.

Mesmo com investimentos na infraestrutura do país, é possível que empresas reduzam seus custos logísticos por intermédio do investimento na introdução de novas tecnologias em seus processos, como IoT, inteligência artificial (IA), *Machine Learning*, *blockchain*, realidade aumentada, entre outras, as quais possibilitam essa redução por meio de um aumento na eficiência operacional, aumento da confiabilidade das transações, melhor planejamento, inspeções mais eficientes e em menores prazos (AMARAL; BARRETO; PEREIRA, 2017; HOFFMAN; RÜSCH, 2017; NAGY *et al.*, 2018; BITTAR; FREITAS; MIGUEL, 2020).

Estima-se que a indústria brasileira possa economizar R\$ 73 bilhões anualmente a partir da aplicação de conceitos da Indústria 4.0. Essa economia é derivada, principalmente, da redução de custos com manutenção, do aumento na produtividade e da redução de gastos com energia (ROTTA, 2017). Conforme o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2020), de 2007 a 2018 houve uma redução na produtividade brasileira de 14,3%, sendo assim, a implementação dessas novas tecnologias é apontada como uma oportunidade para o crescimento da indústria e sua produtividade (AMPARO, 2019).

Tendo em vista este cenário, o presente trabalho foca em dois dos itens relacionados com a Indústria 4.0, IoT e *Big Data*, objetivando, portanto, responder às seguintes questões de pesquisa:

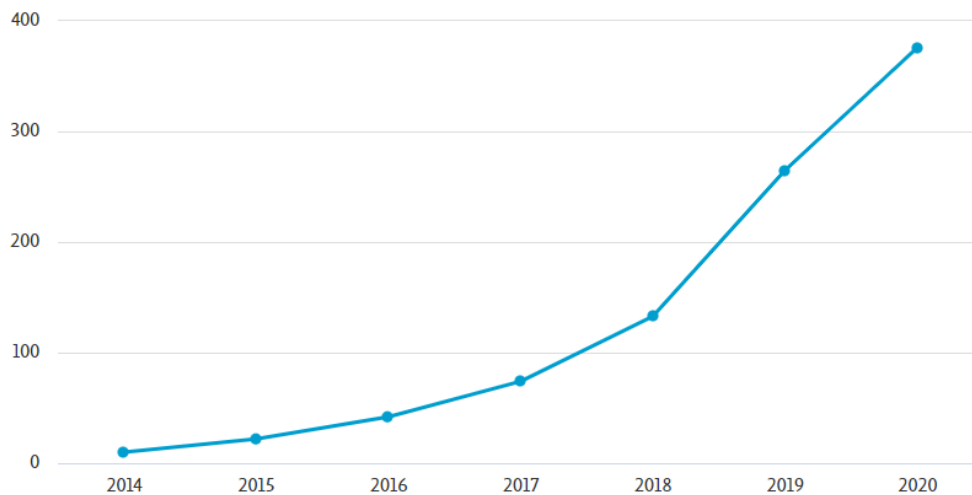
- Qual a relevância das tecnologias IoT e *Big Data* para a Logística?
- Qual é o estado da arte, com relação aos artigos publicados sobre IoT e *Big Data* na Logística, no período entre 2014 e 2020?

1.2 OBJETIVOS, DELIMITAÇÃO E JUSTIFICATIVAS

Ao buscar a relevância do estudo em termos acadêmicos, quando pesquisado na base de dados Scopus o termo *Logistics* presente no resumo, título do artigo ou nas palavras-chave,

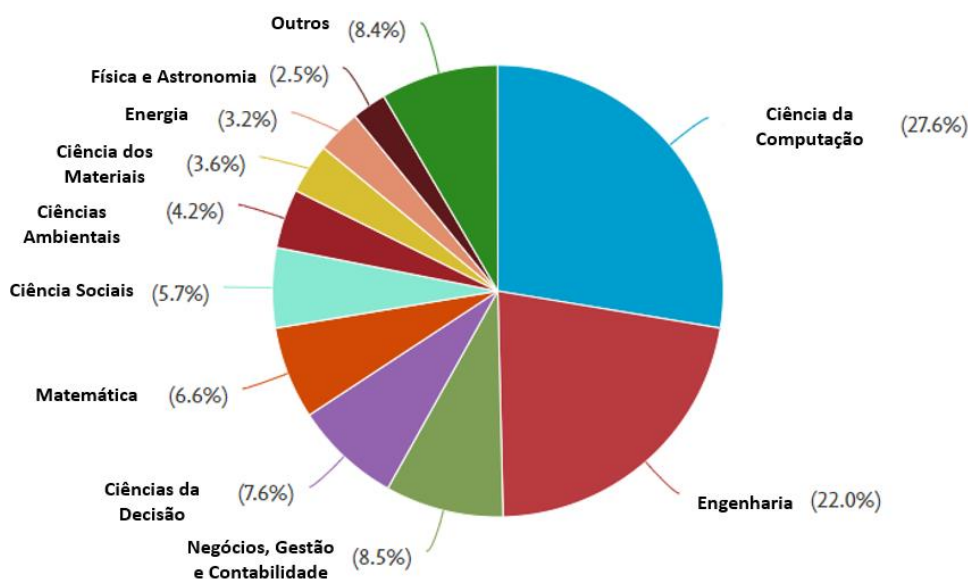
seguido do filtro “*Internet of Things*” e “*Big Data*”, verifica-se que o tema começou a ser abordado em conjunto apenas em 2014, contendo 925 estudos publicados no Scopus a respeito e cuja quantidade de publicações por ano se configura em uma curva crescente, conforme está ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Relevância do tema IoT e *Big Data* na Logística



Fonte: Scopus (2020).

Observando outro aspecto estatístico desse mesmo filtro de assuntos, nota-se que 27,6% desses referem-se à área de Ciência da Computação e 22,0% à Engenharia, as duas principais áreas de estudos dessa abordagem. Esse percentual de documentos voltados à Ciência da Computação era esperado, tendo em vista que é um tema que envolve digitalização, *softwares*, aplicativos, entre outros itens que abrangem ferramentas de informática. Na Figura 2, pode-se observar o percentual pertencente a cada área de estudo dentre os artigos analisados.

Figura 2 – Áreas de estudo de IoT e *Big Data* na Logística

Fonte: Scopus (2020).

Quando analisados os países que mais publicaram esses estudos, nota-se que a China é o país que possui mais publicações, com mais que o dobro de publicações do que a Índia, ocupante do segundo lugar em quantidade de publicações presentes no Scopus. O Brasil, nesse *ranking*, aparece em 13º lugar, empatado com a Grécia e com a Rússia, contendo 20 artigos sobre o tema, mostrando que o tema ainda está em seus primórdios, além de evidenciar uma lacuna de estudos aplicados ao Brasil, baixa notoriedade do tema empregada pelos pesquisadores brasileiros e, conseqüentemente, uma oportunidade de expansão do conhecimento. Na Tabela 1, pode-se verificar os países que mais publicaram estudos, em ordem decrescente, sobre o tema, de 2014 a 2020.

Tabela 1 – Quantidade de publicações sobre IoT e *Big Data* na Logística de 2014 a 2020

País	Quantidade de publicações
China	255
Índia	98
EUA	78
Reino Unido	61
Alemanha	49
Itália	43
Coreia do Sul	32
França	31
Hong Kong	28
Austrália	27

Fonte: Adaptado de Scopus (2020).

Por se tratar de um tema atual, que se transforma e evolui vertiginosamente, foi escolhido não apenas focar nos artigos mais citados e relevantes, mas também em artigos mais recentes, publicados até 2020. Após a verificação de pesquisas, decidiu-se realizar um compilado dos temas mais interessantes para a elaboração do presente trabalho.

Para tentar contribuir para a divulgação das oportunidades nesta área de Logística, SCM e TI (Tecnologia da Informação), no contexto da Indústria 4.0, neste trabalho foram estudadas essas novas tecnologias, *Big Data* e IoT, além de suas respectivas aplicações e impactos.

À vista disso, este trabalho tem como objetivo geral explorar a IoT e o *Big Data* aplicados à Logística no contexto da Indústria 4.0. Os objetivos específicos são identificar aplicações práticas dessas novas tecnologias; avaliar seus impactos na Logística; e elaborar um estudo bibliométrico sobre a relevância do tema na literatura.

1.3 MATERIAIS E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho tem natureza básica, sem aplicação prática prevista; caracterizada pela abordagem qualitativa, sem análises estatísticas nem padronização em relação à medição, buscando aprofundar a compreensão do fenômeno analisado. O objetivo da pesquisa pode ser classificado como sendo exploratório, pois, conforme Gil (2002), visa proporcionar um maior entendimento sobre o tema, tornando-o mais explícito, além de envolver levantamento bibliográfico e de exemplos que estimulem a compreensão, duas das três principais características que a maioria das pesquisas exploratórias contém.

Ademais, o meio e o método de investigação são caracterizados como uma pesquisa bibliográfica – efetuada segundo estudos já publicados em artigos, jornais, *sites* na internet e revistas, todos acessíveis ao público geral –, que almeja identificar os estudos existentes sobre IoT e *Big Data* aplicados à Logística, proporcionando as bases teóricas para apoiar estudiosos na reflexão e elaboração de futuros trabalhos.

Esta pesquisa foi realizada em revistas relativas ao tema, nas plataformas Scopus e Google Acadêmico, com filtros de artigos mais citados e mais recentes, publicados nos últimos 10 anos, contendo os temas “*Big Data*”, “*Internet of Things*” e “*Logistics*”. Com a leitura e análise dos estudos, foram selecionados os temas mais citados e relevantes para a elaboração da revisão bibliográfica.

Após a leitura e síntese do tema, foi realizado um estudo bibliométrico com a utilização dos *softwares* VOSviewer e SciMAT, além de análises do banco de dados Scopus – um dos que contém maior quantidade e qualidade de estudos – com o propósito de analisar os artigos colhidos para o referencial teórico com base em sua origem, nos principais periódicos que os disponibilizaram, sua representatividade em áreas de pesquisa, as redes de cocitação e coautoria entre outras análises.

1.3.1 Bibliometria

A bibliometria é uma técnica estatística e quantitativa que viabiliza a análise do estado da arte por meio das publicações científicas registradas em uma base de dados. Ela permite pontuar um determinado país em relação ao mundo, uma instituição ou um pesquisador específico dentre toda a comunidade científica, ou seja, expõe índices de produção e de publicação de estudos e trabalhos científicos (SILVA, *et al.*, 2016; SOARES *et al.*, 2015).

Ela tem como alicerce a contagem de estudos científicos, citações ou de outros elementos presentes nessas publicações, como nomes dos autores, palavras-chave utilizadas, título, entre outros (SOARES *et al.*, 2015; ZHU *et al.*, 1999). Com seus resultados, pode auxiliar no reconhecimento de tendências e relevâncias de conhecimentos, além de identificar áreas de pesquisa que estão se tornando obsoletas (SOARES *et al.*, 2015).

Os estudos bibliométricos são divididos em níveis micro e macro, sendo que este é caracterizado pela pesquisa de relações estruturais de uma área específica da ciência; e aquele concerne à busca por uma melhor compreensão da área, evidenciando o estado da arte (BOYACK; WYLIE; DAVIDSON, 2002).

Para a realização do estudo bibliométrico e uma utilização adequada dos *softwares* VOSviewer e SciMAT, foram realizadas exportações de relatórios da base Scopus em formato CSV e RIS, que foram importados para os respectivos *softwares*, possibilitando a criação de redes de cocitação, coautoria, coocorrência, acoplamento bibliográfico e de mapas de evolução e de sobreposição de palavras.

Esses relatórios foram obtidos por meio da utilização dos seguintes filtros na base Scopus: termo “*Logistics*” presente no título do artigo, no resumo ou nas palavras-chave; dentre esses adicionou-se um filtro para os termos “*Internet of Things*” e “*big data*”. Não foi necessário filtrar o resultado por ano de publicação, pois os resultados datam até 2014. Foram consideradas todas as áreas de pesquisa para a elaboração do estudo.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em mais 3 capítulos.

No Capítulo 2, intitulado Revisão Bibliográfica, é desenvolvida uma introdução da Indústria 4.0, seguida de explicações das tecnologias IoT e *big data*, dos conceitos da *Supply Chain Management* e da Logística. Com respeito a essas tecnologias, são exemplificadas suas aplicações práticas, expondo também as vantagens e os desafios encontrados para sua implementação.

No Capítulo 3 são apresentados os resultados da pesquisa bibliométrica sobre logística atrelada ao *big data* e à IoT e as lacunas de pesquisa encontradas.

No Capítulo 4 encontram-se as considerações finais, com base nos objetivos apresentados anteriormente, comparando-os com os resultados obtidos e respondendo às questões levantadas durante a pesquisa, bem como sugestões para a continuidade deste estudo.

Por fim, são exibidas as referências utilizadas para a montagem e elaboração deste trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0

A Indústria 4.0 foi inicialmente introduzida na Feira de Hannover em 2011, na Alemanha, anunciada como uma iniciativa estratégica alemã para assumir um papel pioneiro em indústrias que estão atualmente revolucionando o setor de manufatura (QIN; LIU; GROSVENOR, 2016; XU; XU; LI, 2018).

Ela simboliza o início da Quarta Revolução Industrial e representa a atual tendência de tecnologias de automação na indústria manufatureira, incluindo tecnologias como, por exemplo, IoT, *big data*, computação em nuvem (*cloud computing*), inteligência artificial e *machine learning*, as quais, quando integradas ao mundo físico, possibilitam o surgimento de *Smart Factories* (Fábricas Inteligentes) (GTAU, 2014; XU; XU; LI, 2018).

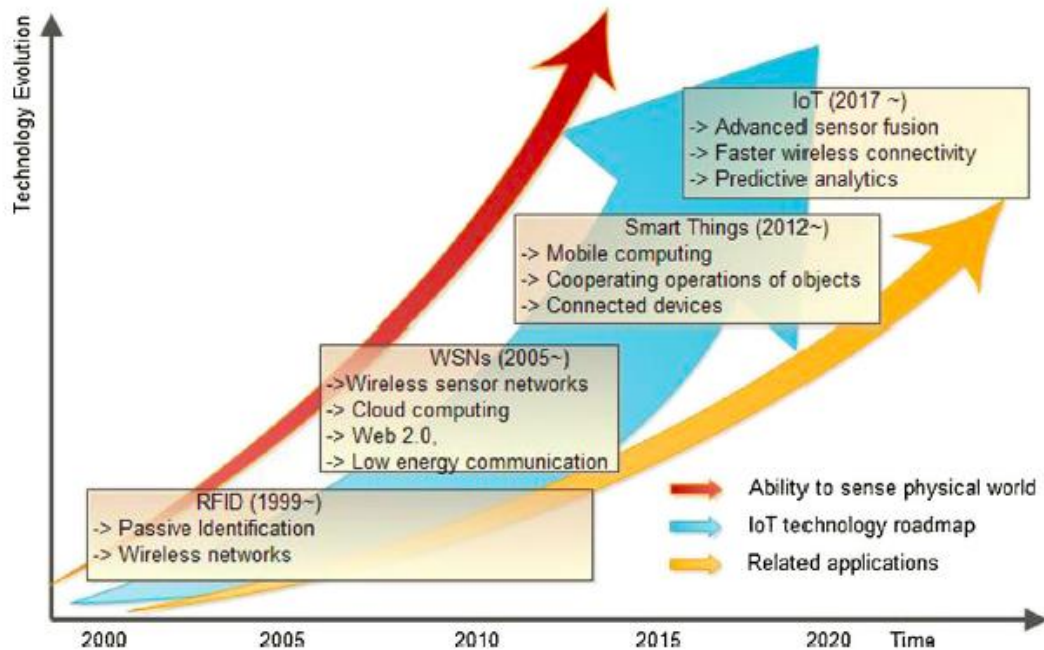
Smart Factories são caracterizadas pela mobilidade, flexibilidade de operações industriais e de sua interoperabilidade, integração com clientes e fornecedores, contando com a adoção de modelos de negócios inovadores, além de redes inteligentes baseadas em CPS (BARRETO; AMARAL; PEREIRA, 2017; THOBEN; WIESNER; WUEST, 2017).

2.1.1 A Internet das Coisas

A ideia de máquinas conectadas, comunicando-se com o mundo material, trocando dados por intermédio de sensores ubíquos foi formulada em 1999 e apenas uma década depois, entre 2008 e 2009, o número de dispositivos conectados à rede ultrapassou o número de habitantes no mundo, dando início ao fenômeno da IoT (WITKOWSKI, 2016).

Pode-se considerar também que a IoT teve seu início com o uso da tecnologia de identificação por radiofrequência (*Radio-Frequency Identification* – RFID), muito utilizada na logística, produção farmacêutica, entre outras. Atualmente, a IoT vai além desse conceito, conforme mostra a Figura 3; o surgimento de tecnologias de sensores sem fio desenvolveu significativamente as capacidades sensoriais dos dispositivos e, portanto, o conceito original de IoT se estendeu para a inteligência ambiental, ambientes eletrônicos sensíveis e responsivos à presença de pessoas, e para o controle autônomo, caracterizado pela performance satisfatória sob significativas incertezas no ambiente e pela capacidade de compensar as falhas do sistema sem intervenção externa (ANTSACLIS; PASSINO; WANG, 1991; LI; XU; ZHAO, 2014).

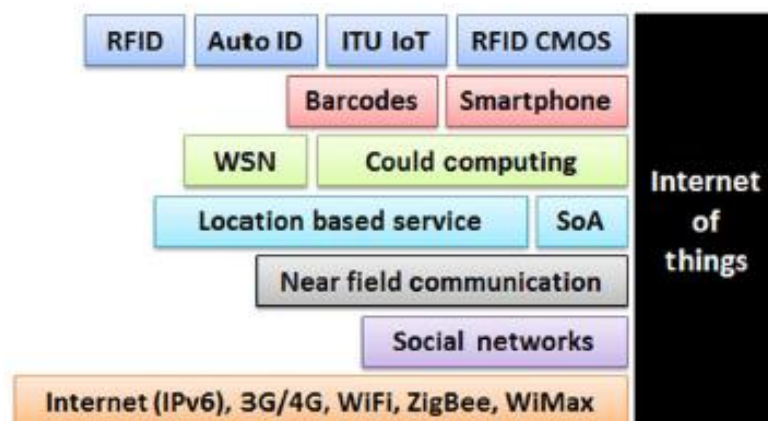
Figura 3 – Evolução da IoT



Fonte: Li *et al.* (2014).

Além disso, a IoT permite que “coisas” e “objetos” tais como identificação por radiofrequência, sensores, *smartphones*, entre outros, interajam e cooperem entre si com a finalidade de alcançar metas em comum (HERMAN; PENTEK; OTTO, 2016). Em adição a essas tecnologias, muitas outras tecnologias são associadas à IoT, como códigos de barras, redes sociais e computação em nuvem, as quais estão sendo usadas para formar uma rede extensa de suporte à IoT (XU; HE; LI, 2014). Essas podem ser observadas na Figura 4.

Figura 4 – Tecnologias associadas à IoT



Fonte: Xu *et al.* (2014).

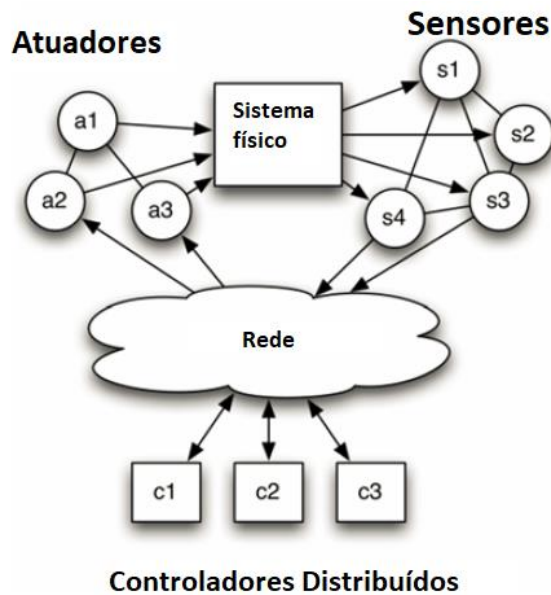
Essas tecnologias possibilitam a fusão do mundo físico e virtual, gerando um componente importante para a Indústria 4.0, os CPS (LEE; BAGHERI; KAO, 2014; SEITZ; NYHUIS, 2015).

Sistemas ciberfísicos são definidos por Lee (2008) como integrações de processos físicos e computacionais, assim, computadores e redes unidos monitoram e controlam os processos físicos, geralmente com ciclos de *feedback*, onde os processos físicos afetam os computacionais e vice-versa. Para Geisberger e Broy¹ (2012 apud SEITZ; NYHUIS, 2015), esses sistemas integram não apenas produtos e bens materiais como equipamentos, edifícios, meios de transporte e dispositivos médicos, mas também serviços e processos como operações logísticas, gestão de processos e serviços de internet.

O CPS é composto por um conjunto de agentes em rede, que incluem: sensores, atuadores, unidades de processamento de controle e dispositivos de comunicação (RAJKUMAR; LEE; SHA; STANKOVIC, 2010). Esses funcionam de tal forma que, com o auxílio de sensores, os CPS são capazes de coletar, processar e avaliar dados diretamente; os atuadores, por outro lado, permitem que eles reajam às mudanças; os recursos de comunicação digital permitem sua interação com outros CPS, configurando em uma conexão direta entre o mundo físico e digital. Dentro desses sistemas, os dados são trocados de forma independente e mútua em tempo real, permitindo, portanto, um sistema de controle mútuo (SEITZ; NYHUIS, 2015). Na Figura 5, pode-se observar a arquitetura geral de um CPS.

¹ GEISBERGER, E.; BROY, M. **AgendaCPS: Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical System**. 1. ed. Berlin: Springer, 2012. 297 p. apud SEITZ, K.; NYHUIS, P. **Cyber-Physical Production Systems Combined with Logistic Models – A Learning Factory Concept for an Improved Production Planning and Control**. Garbsen: Elsevier, 2015. 6 p.

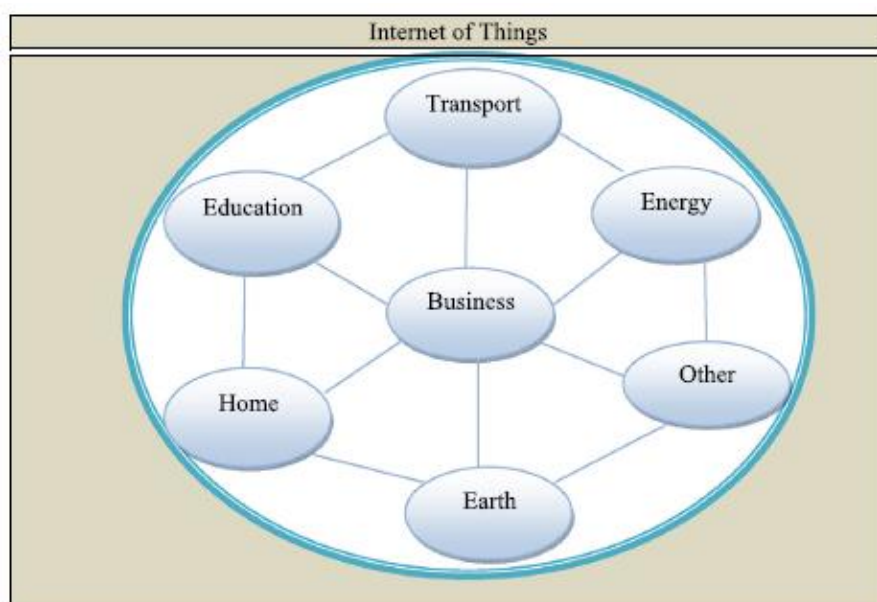
Figura 5 – Arquitetura geral do CPS



Fonte: Barreto *et al.* (2017).

A IoT permite a comunicação de todo tipo de informação a qualquer momento e em qualquer lugar. Ela pode ser aplicada a inúmeros aspectos do dia a dia, não apenas no meio industrial, conforme exibido na Figura 6 (ABDEL-BASSET; MANOGARAN; MOHAMED, 2018).

Figura 6 – Campos de aplicação da IoT



Fonte: Abdel-Basset *et al.* (2018).

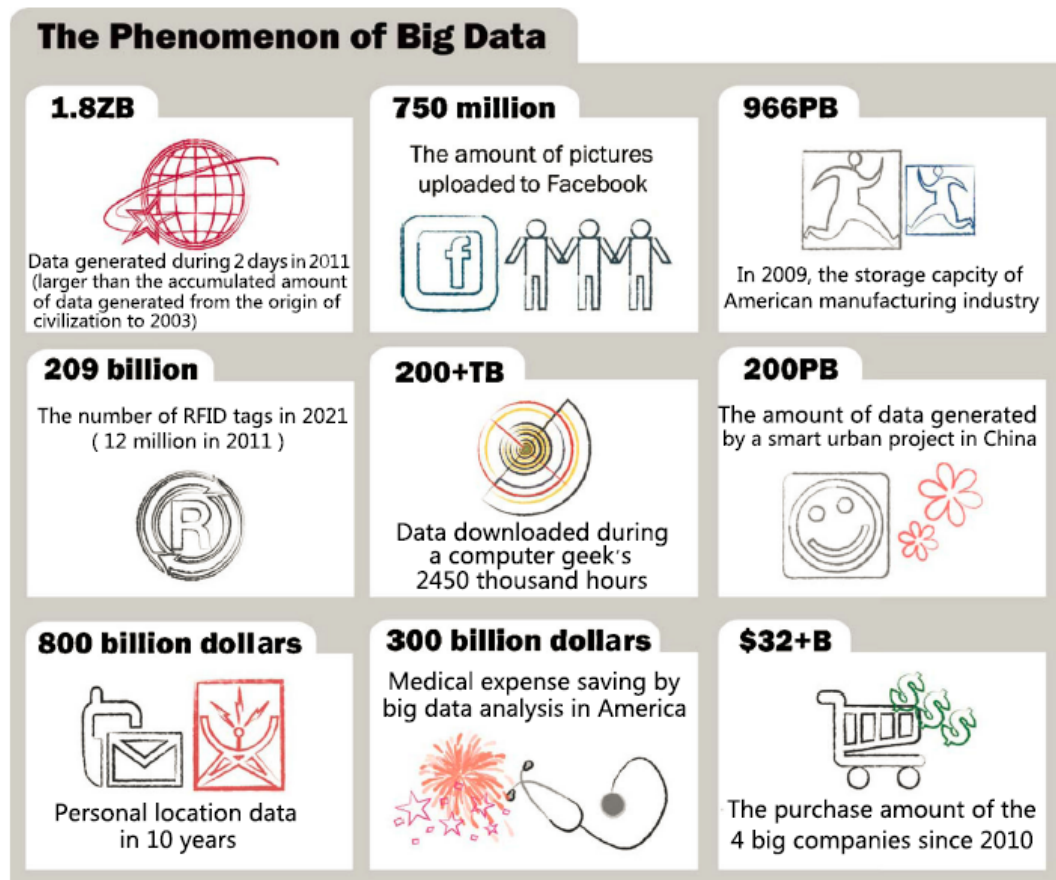
Entretanto, com intuito de fornecer serviços de alta qualidade aos usuários finais, faz-se necessária a projeção de padrões técnicos da IoT para definir a especificação para troca de informações, processamento e comunicação entre “as coisas”. Portanto, pode-se afirmar que o sucesso da IoT depende da padronização, que fornece interoperabilidade, compatibilidade, confiabilidade e operações eficazes em escala global (BANDYOPADHYAY; SEN, 2011).

2.1.2 O Big Data

Por meio das interações entre aparelhos remotos de sensores ubíquos, câmeras, microfones, tecnologias derivadas da IoT, entre outras tecnologias e dispositivos, são gerados dados em volumes gigantes, caracterizados como um “*tsunami* de dados”, de tal forma que, conforme a *International Data Corporation*, ainda em 2011 foram criados e copiados mais de 1,8 ZB ($\approx 10^{21}$ B), o que evidencia um aumento em 9 vezes dentro de apenas 5 anos, sendo que era previsto que esse número pelo menos dobrasse a cada dois anos (CHEN; MAO; LIU, 2014; ZHONG *et al.*, 2016).

“*Big Data*” significava originalmente o volume de dados que não podia ser processado eficientemente por métodos e ferramentas tradicionais de dados, pois ia além da capacidade tecnológica de armazenar os dados, processá-los, visualizá-los e interpretá-los. Ademais, essa definição era focada em dados estruturados, sendo que hoje se sabe que a maior parte da informação reside em dados não-estruturados, principalmente na forma de textos e imagens (KAISLER *et al.*, 2013). A Figura 7 ilustra o *boom* do volume global de dados.

Figura 7 – O big data em constante crescimento

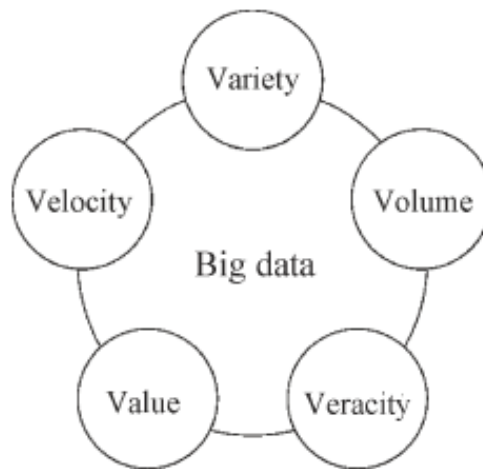


Fonte: Chen *et al.* (2014).

É amplamente reconhecido que IoT e *big data* são duas tecnologias interdependentes e devem ser desenvolvidas em conjunto, dado que a implantação generalizada da IoT impulsiona o alto crescimento de dados em quantidade e em categoria, proporcionando, assim, uma oportunidade para a aplicação e desenvolvimento de *big data*, ao mesmo tempo que a aplicação de *big data* à IoT também acelera os avanços da pesquisa e os modelos de negócios desta (CHEN; MAO; LIU, 2014).

Há muito tempo, uma enormidade de dados é coletada e armazenada, contudo, as indústrias estão enfrentando desafios para utilizar em sua totalidade os dados que estão a seu dispor. Esses desafios são também características da *big data* e são resumidos em “5 Vs”, ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – Os “5 Vs” do *big data*



Fonte: Yaoxue *et al.* (2017).

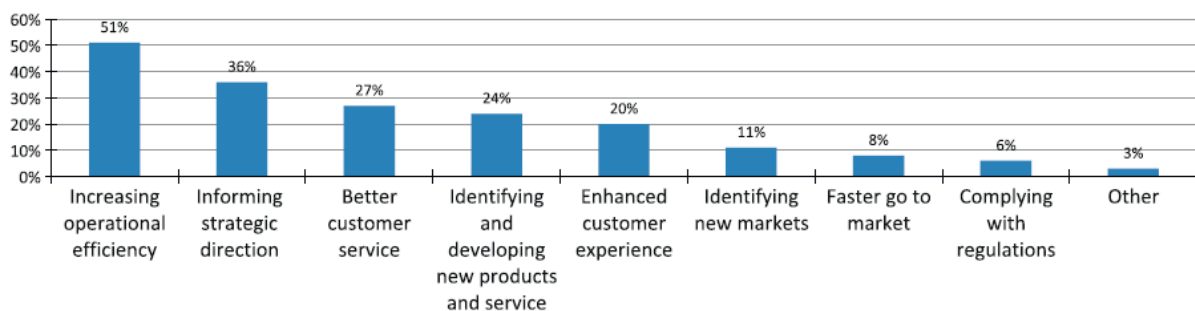
- Volume: segundo a Forbes, ainda em 2012, uma fábrica de produtos de cuidados pessoais gerava 5.000 amostras de dados a cada 33ms, resultando em 4 trilhões de amostras por ano (MARKOPOULOS, 2012). Isso exemplifica a enorme quantidade de dados gerada a cada segundo em todo o mundo. O acúmulo de dados cada vez maiores sobrecarrega os coletores de dados, as redes de transferência e as instalações de armazenamento (KAISLER *et al.*, 2013; ZHONG *et al.*, 2016);
- Velocidade: ao lado da rápida criação de uma enormidade de dados, faz-se necessário processá-los com a mesma velocidade, para que as decisões baseadas nesses dados possam ser tomadas o quanto antes com base em dados ainda atuais. Esse procedimento é realizado muitas vezes por modelos e algoritmos a fim de assegurar maior agilidade, no entanto, esse problema não se restringe apenas à velocidade ou à largura de banda. Envolve também a confiabilidade de transferência de dados, a eficiência de armazenamento de dados e a capacidade de extrair, transformar e carregar dados (KAISLER *et al.*, 2013; ZHONG *et al.*, 2016);
- Variedade: os dados são coletados em diversos formatos, podem ser estruturados ou não estruturados; podem ser textos, imagens, áudios, vídeos, entre outros. Esse se revela ser provavelmente o maior obstáculo para efetivamente utilizar a grande abrangência de dados à disposição, pois formatos incompatíveis ou análises semânticas de dados inconsistentes são fatores que podem levar a uma interpretação errada e, por conseguinte, a uma decisão equivocada (WOLFERT *et al.*, 2017; ZHONG *et al.*, 2016);

- Veracidade: em decorrência da existência dessas inconsistências e imprecisões em dados, faz-se necessária a verificação para que apenas os “dados bons” sejam selecionados e analisados. As ferramentas que realizam esse procedimento verificam automaticamente os problemas de qualidade e conformidade e precisam ter alta precisão com o intuito de evitar uma resolução errônea (KAISLER *et al.*, 2013; ZHONG *et al.*, 2016);
- Valor: a medição do valor se mostra um problema complexo de solucionar em decorrência dos quatro pontos acima indicados, além disso, os benefícios trazidos pelos relatórios, estatísticas e decisões originados pelo *big data* influenciam em micro e macro perspectivas (ZHONG *et al.*, 2016).

Outro ponto a ser considerado como uma dificuldade a se superar é a existência de ameaças cibernéticas, que violam as barreiras de segurança e roubam dados confidenciais. Assim, a proteção das estruturas que suportam o *big data* têm importância fundamental e deve levar em consideração a natureza mutável dos dados apresentada acima, pois muitos sistemas de detecção de intrusão são limitados e, por conseguinte, são incapazes de lidar com o grande volume, velocidade, variedade e veracidade de dados, o que resulta em uma alta taxa de detecção falsa ou na incapacidade de identificar o intruso em tempo real (MOUSTAFA, 2021).

Conforme o relatório do Instituto McKinsey (2011), o uso efetivo do *big data* tem benefícios fundamentais para transformar economias e proporcionar uma nova onda de crescimento produtivo. Na Figura 9, estão ilustradas as vantagens do aproveitamento do *big data* na área de negócios.

Figura 9 – Oportunidades do *big data*



Fonte: Chen; Zhang (2014).

O eixo vertical denota os percentuais de quantas empresas pensam que o *big data* pode ajudá-las em relação a propósitos específicos, descritos no eixo horizontal. Sendo assim, mais de 50% das empresas acreditam que um dos benefícios proporcionados pelo uso dessa tecnologia é o aumento da eficiência operacional, seguido de 36% que presumem que seu uso efetivo pode auxiliar a informar a direção estratégica da empresa, dentre outros benefícios (CHEN; ZHANG, 2014).

Tendo isso em mente, empresas e governos investem há anos em pesquisas relacionadas a essa tecnologia. A IBM, por exemplo, desde 2005 investiu mais de US\$ 16 bilhões em 30 aquisições relacionadas ao *big data*. O governo americano também teve sua atenção voltada a essa área de pesquisa, assim, em março de 2012, ele anunciou um investimento de US\$ 200 milhões para lançar o “*Big Data Research and Development Plan*”, uma de suas maiores iniciativas de desenvolvimento científico e tecnológico (CHEN; MAO; LIU, 2014).

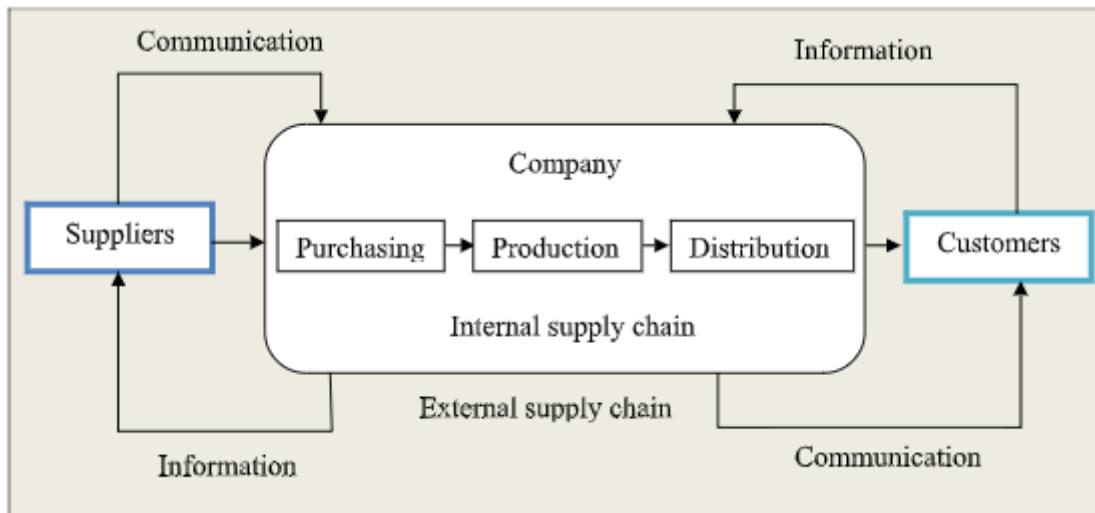
2.2 LOGÍSTICA

Como a Logística é uma parte da cadeia de suprimentos, com a finalidade de entender melhor este conceito, deve-se compreender primeiro a definição de *Supply Chain* e de *Supply Chain Management* (SCM).

O termo *Supply Chain* (SC) significa Cadeia de Suprimentos, a qual conecta empresas por meio de um processo que se inicia com a aquisição da matéria-prima e se finaliza na entrega do produto acabado ao usuário final, envolvendo fornecedores, prestadores de serviço e clientes, todos elos da cadeia de suprimentos (CSCMP, 2013).

É importante notar, no entanto, que a SC não envolve apenas os processos entre empresas. O cliente de um determinado processo pode ser também um cliente interno; sendo assim, a SC pode ser interna, dentro da empresa, ou externa, que ultrapassa suas fronteiras e a conecta com fornecedores e clientes. Esses modelos estão ilustrados na Figura 10 (ABDEL-BASSET; MANOGARAN; MOHAMED, 2018).

Figura 10 – Modelos de SC interna e externa



Fonte: Abdel-Basset *et al.* (2018).

Segundo Mentzer *et al.* (2001), a Gestão da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Management – SCM*) é definida como a coordenação estratégica e sistêmica das funções de negócios tradicionais e as táticas entre essas funções de negócios dentro de uma determinada empresa e entre os negócios dentro da cadeia de suprimentos, com o objetivo de melhorar os desempenhos a longo prazo das empresas e da cadeia de suprimentos como um todo. Outro possível objetivo para a SCM é maximizar a satisfação do cliente (ABDEL-BASSET; MANOGARAN; MOHAMED, 2018).

Uelze (1974) explica que a palavra “Logística” tem origem francesa e significa “acomodar, ajeitar ou receber”.

São apontados 3 contextos diferentes para a palavra logística: no gerenciamento da cadeia de suprimento, no industrial e no militar. No contexto industrial, a Logística é definida como a arte e a ciência de obter, produzir e distribuir materiais e produtos no local apropriado e em quantidades adequadas (APICS, 2010).

Como dito anteriormente, no contexto de SCM, a Logística é a parte do gerenciamento da cadeia de suprimentos responsável pelo processo de planejar, implementar e controlar o fluxo e armazenamento de bens, serviços e informações, englobando desde o ponto de origem até o de consumo, com a finalidade de atender aos requisitos do cliente (CSCMP, 2013).

Já no contexto militar, onde foi inicialmente empregada, é responsável pela movimentação de suprimentos e de tropas, além de evacuar e hospitalizar feridos (GUEDES *et al.*, 2017; UELZE, 1974).

Outro viés da Logística é a Logística Reversa, a qual é configurada de forma reversa, como o próprio nome diz, ou seja, o fluxo logístico parte do ponto de consumo e vai até o ponto de origem, possibilitando à empresa que conheça todo o ciclo de vida de seus produtos e que minimize, portanto, seu impacto ambiental (LACERDA, 2002).

Pode-se notar que a logística, assim como a *Supply Chain Management*, se trata de uma operação fundamental que, se bem gerenciada, tem grande potencial de redução de custos e conseqüentemente de aumento de competitividade, principalmente tendo em vista o cenário exposto do Brasil, o qual ocupa, conforme o *World Economic Forum* (2019), a 71ª posição no ranking de competitividade, entre 141 países avaliados (CAIXETA-FILHO; MARTINS; 2001; CLOSS; SPEIER; MEACHAM, 2011).

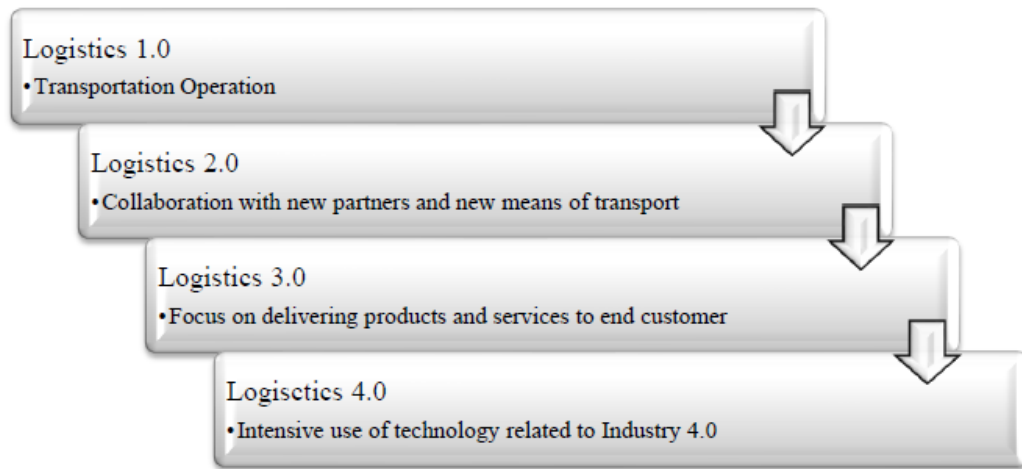
Todavia, apenas administrá-la bem não é suficiente para tornar a empresa mais competitiva. Na SCM tradicional, ocorrem diversos problemas, como atrasos na entrega, estoques excessivos ou até mesmo a falta de materiais essenciais. Possíveis causas para tais disfunções são a complexidade e a incerteza existentes nas SC (ABDEL-BASSET; MANOGARAN; MOHAMED, 2018).

Sendo assim, visando a alcançar um sistema de transporte e de fornecimentos de mercadorias confiável, sustentável e mais competitivo, deve-se utilizar um instrumento fundamental: a digitalização (KAYIKCI, 2018).

2.2.1 Logística 4.0

A Indústria 4.0 causa impactos na logística, provocando a modificação de seus processos e inserindo mais automação. Quando as tecnologias da Indústria 4.0 são empregadas na logística para agregar valores ao longo de todo o processo da SC, pode-se dizer que a Logística 4.0 foi atingida (POLI; SAVIANI; JÚNIOR, 2018). A evolução da Logística pode ser representada de modo sucinto na Figura 11.

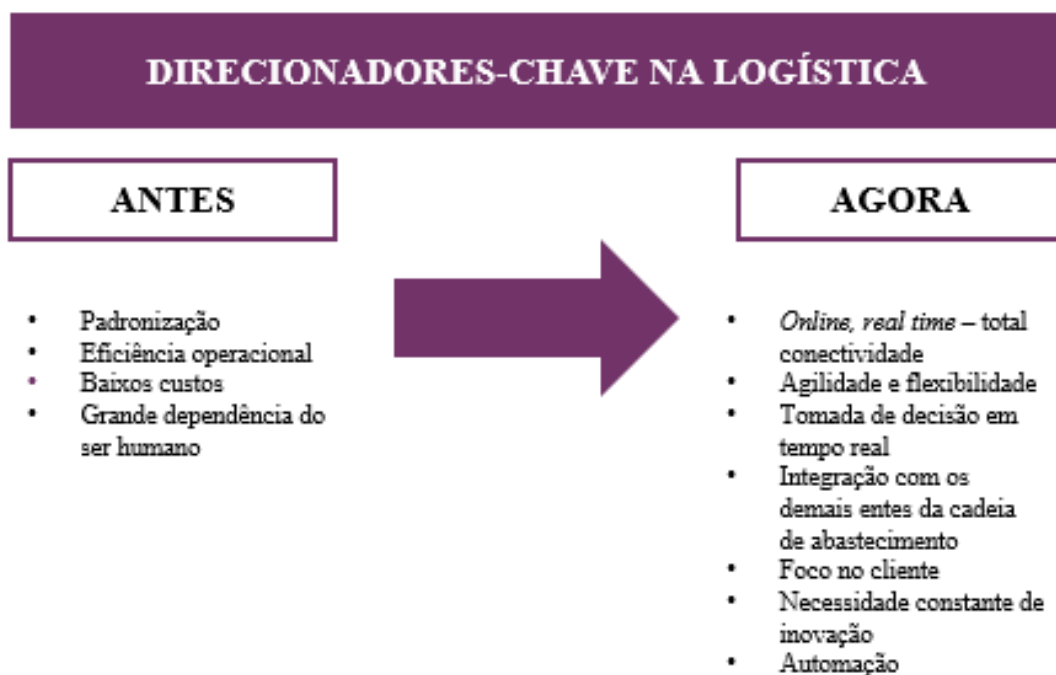
Figura 11 – Evolução da Logística



Fonte: Poli *et al.* (2018).

A Logística 4.0, portanto, é uma “logística inteligente”, associada a técnicas capazes de identificar, localizar, sentir, processar e agir. Ela busca superar as demandas e expectativas dos clientes ao gerir eficientemente um fluxo automatizado e autônomo de bens, serviços e informações do limiar ao fim da SC, caracterizando um acréscimo apreciável de eficiência, por meio do controle e monitoramento em tempo real (NEVES, 2019). Na Figura 12, verificam-se os principais direcionadores da Logística 3.0 para a Logística 4.0.

Figura 12 – Direcionadores na Logística



Fonte: Neves (2019).

A “logística inteligente” é caracterizada também pela maior flexibilidade e pela maior facilidade de ajustar-se às mudanças do mercado, garantindo um maior nível de satisfação dos clientes, maior eficiência da produção e consequente queda de custos de armazenamento e de produção (BARRETO; AMARAL; PEREIRA, 2017).

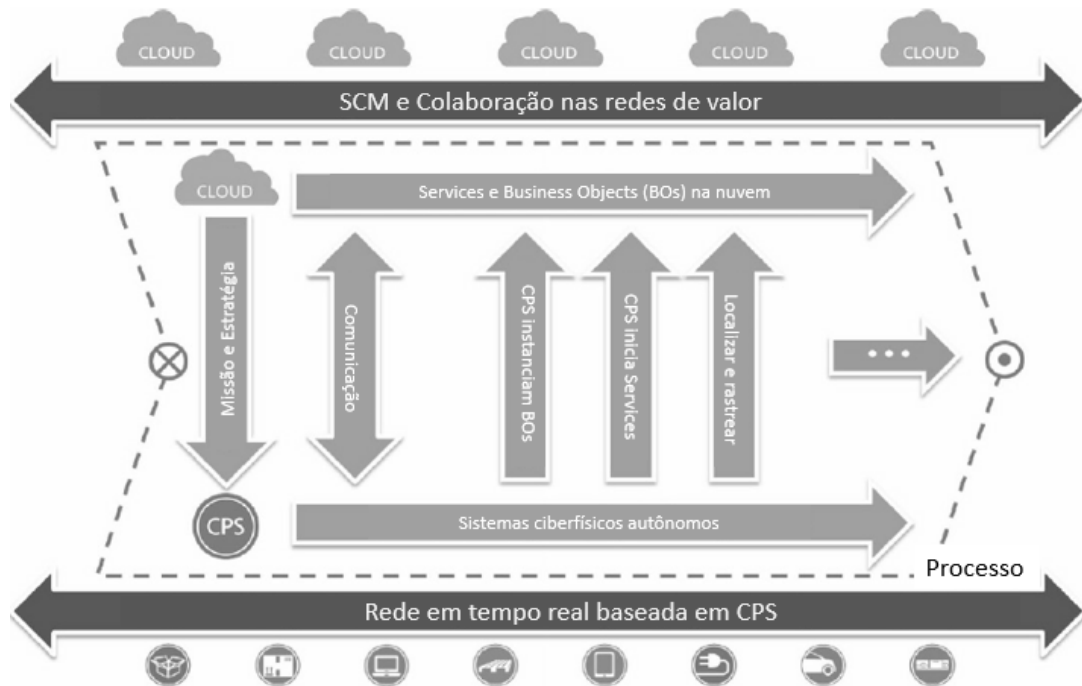
2.3 APLICAÇÕES DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NA LOGÍSTICA

Mesmo após a quarta revolução industrial, um sistema de gestão da cadeia de suprimentos ainda recebe pedidos de clientes, solicita pedidos ou administra as finanças de maneira convencional. Contudo, o entendimento do controle do sistema sobre esses processos está mudando consideravelmente (HOMPEL; KERNER, 2015).

A Internet das Coisas afeta a forma como o CPS pode interagir, ser monitorado, controlado e gerenciado. Ela facilita a integração de processos e sistemas entre setores e tecnologias e contribui para uma melhor comunicação e cooperação entre si, revolucionando a produção, a prestação de serviços, a logística e tornando o planejamento de recursos mais eficaz e econômico (BARRETO; AMARAL; PEREIRA, 2017).

Os agentes dos CPS são responsáveis por negociar e executar “missões” praticamente em tempo real e de forma específica para cada aplicação. A Figura 13 explana esse processo e como a IoT dissocia os níveis de tomada de decisão e simultaneamente cria uma maior capacidade de se adaptar e uma escalabilidade implícita, isto é, uma capacidade implícita do sistema em lidar com uma quantidade cada vez maior de trabalho ao adicionar recursos ao sistema (HOMPEL; KERNER, 2015).

Figura 13 – Controle de processos e Indústria 4.0



Fonte: Hompel; Kerner (2015).

Assim, nota-se também nesse procedimento uma redução dos ciclos de produção e incorporação das necessidades dos clientes em tempo real. A manutenção é em grande parte realizada automaticamente, os pedidos são automaticamente preenchidos na ordem correta, enviados e despachados (BARRETO; AMARAL; PEREIRA, 2017).

Um dispositivo que possibilita que o cenário exposto seja alcançado é a RFID. A identificação por radiofrequência (RFID) é um termo genérico para tecnologias que utilizam ondas de rádio para identificar automaticamente pessoas, animais e objetos. Ele é composto de três elementos: uma ou várias etiquetas (*tags*); um ou vários leitores RFID e um sistema de computador composto por *hardware* e *software* (DEHOUSSE; ZGAJEWSKI, 2009). A Figura 14 ilustra detalhadamente o funcionamento desse dispositivo.

Figura 14 – Funcionamento RFID



Fonte: Santos (2018).

Sua tecnologia tem origem no final dos anos 1940, porém, devido ao seu alto custo unitário em comparação ao usual código de barras, a implementação dessa tecnologia começou a ser utilizada em 1980 para fins de rastreabilidade. Atualmente, a RFID auxilia na coleta de dados, no aumento de produção em diversos estágios da cadeia de valor, na redução de custos de mão de obra e implica em uma maior precisão de processos, ao reduzir e eliminar o processamento manual convencional, sujeito a erros. Além disso, essa tecnologia permite capturar e fornecer informações atuais e em tempo real sobre toda a SC, melhorando assim a visibilidade, o que é crucial no século XXI (MAJEED; RUPASINGHE, 2017).

Segundo Thonemann² (2002 apud MAJEED; RUPASINGHE, 2017), após a implementação da tecnologia RFID nas empresas Procter & Gamble e Wal-Mart, elas reduziram simultaneamente seus níveis de inventário em 70%, melhorando seus níveis de serviço de 96% a quase 99% e reduzindo custos administrativos ao reorganizar suas SC.

As aplicações desse dispositivo são variadas, podendo ser utilizado na automatização de operações, na identificação automática de veículos em estacionamentos, no rastreamento de veículos em rodovias e de correios, em cobrança automática de pedágio, em *chips* embutidos em passaportes para assegurar sua verificação, em sistemas de gerenciamento de

² THONEMANN, U. W. **Improving supply-chain performance by sharing advance demand**. Münster: Elsevier, 2002. 27 p. apud MAJEED, M. A. A.; RUPASINGHE, T. D. Internet of Things (IoT) Embedded Future Supply Chains for Industry 4.0: An Assessment from an ERP-based Fashion Apparel and Footwear Industry. **Industrial Journal of Supply Chain Management**, Londres: IJSCM, v. 6, n. 1, mar. 2017. 17 p.

armazenamento (*Warehouse Management System* - WMS), entre outros usos (PUROHIT; BOTHALE, 2011).

Com relação aos WMS, como os armazéns são um centro vital no fluxo de mercadorias dentro da SC, a introdução de uma gestão inteligente deles se configurará uma vantagem competitiva para os fornecedores de logística (GEISSBAUER *et al.*, 2018).

A integração entre os diferentes *stakeholders* da SC garantirá uma total coordenação e alinhamento entre todas as fases da cadeia de valor. Portanto, como exemplo, os transportes serão capazes de comunicar sua posição e hora prevista de chegada ao WMS, capaz de selecionar e preparar um *slot* de acoplamento, otimizando a entrega *just-in-time* e *just-in-sequence*. Simultaneamente, os sensores RFID revelarão o que foi entregue e enviarão os dados de rastreamento para toda a SC. O WMS atribuirá automaticamente espaço de armazenamento de acordo com as especificações de entrega, e solicitará o equipamento apropriado para mover as mercadorias para o local correto de forma autônoma (BARRETO; AMARAL; PEREIRA, 2017).

Assim que os paletes forem movidos para o local designado, as etiquetas transmitirão sinais para o WMS para proporcionar visibilidade em tempo real dos níveis de estoque, o que pode evitar cenários onerosos de falta de estoque e pode melhorar a capacidade de tomada de decisão com relação a ajustes que possam ser necessários para aumentar o nível de serviço ao cliente e tomadas de decisões mais rápidas e assertivas em caso de exceções (BARRETO; AMARAL; PEREIRA, 2017; BITTAR; FREITAS; MIGUEL, 2020).

Com respeito à logística reversa, a RFID pode gerar impacto também ao rastrear itens retornáveis para sua reutilização, como paletes e embalagens. Ela localiza as regiões de destino desses itens, ficando apta a controlar eventuais impactos ambientais causados por eles. Além disso, auxilia na garantia da segurança alimentar para consumidores. Nessa área há também uma oportunidade de desenvolvimento, pois com a análise de dados como informações geográficas, ciclo de vida e demanda dos consumidores, poderão assegurar o retorno de produtos, cujo destino original era diverso (BITTAR; FREITAS; MIGUEL, 2020).

A gestão de transportes também é impactada pela Era Digital e vai além do uso de *drones* e veículos autônomos. Ao utilizar ferramentas analíticas relacionadas ao *big data*, *data mining* e IA, é capaz de conectar as empresas ao longo de toda SC, com trocas de informações *online* e em tempo real, que permitem coletar e analisar os dados (*big data* e *data mining*). Com base nessa análise, pode tomar decisões por intermédio da IA e proporcionar resultados eficazes, em termos quantitativos e qualitativos, a toda SC, além de uma melhoria contínua (NEVES, 2019).

A exemplo, caminhões da empresa United Parcel Service (UPS), uma das maiores empresas de logística do mundo, são equipados com sensores, adaptadores sem fio e GPS, propiciando a rastreabilidade em tempo real das posições dos caminhões e evitando falhas no motor. Esses dispositivos também auxiliam a UPS a supervisionar e gerenciar seus funcionários e otimizar as rotas de entrega. Estas são baseadas em experiências prévias de condução de caminhões da UPS. Como resultado, foi constatado que, em 2011, os motoristas dessa empresa dirigiram por quase 48,28 milhões de quilômetros a menos (CHEN; MAO; LIU, 2014).

Outro ramo onde o *big data* representa uma oportunidade de melhoria é a agricultura. As aplicações dessa tecnologia nesse setor incluem *benchmarking*, implantação de sensores e sua respectiva análise de dados, utilização de melhores modelos para gerenciar o risco de falha da safra e para aumentar a eficiência alimentar na produção pecuária (WOLFERT, *et al.*, 2017).

A exemplo, em 2013 a Monsanto investiu quase US\$ 1 bilhão ao adquirir a empresa Climate Corporation, empresa do setor tecnológico que vendia seguros de safra a agricultores por disporem de dados meteorológicos detalhados. A empresa possui um aplicativo que informa a temperatura, clima e umidade do solo dos campos em tempo real, além de informar o que deve ser esperado dessas métricas para a semana seguinte. Quando o usuário informa qual o tipo de semente e quando plantou, o aplicativo pode afirmar também qual o melhor momento para a colheita, substituindo a tomada de decisão intuitiva (MCDONNELL, 2014).

2.3.1 Aplicações no Brasil

As tecnologias no Brasil são ainda incipientes, não obstante, algumas empresas nacionais se destacam nesse quesito. O iFood, por exemplo, atuante em entregas de comida solicitadas por meio de aplicativo, recebe pedidos em diversos momentos do dia e conseqüentemente acumula uma quantidade gigante de dados advindos do uso do aplicativo pelos restaurantes, clientes e motoristas. Com o intuito de entregar a comida ainda na temperatura adequada e dentro de um prazo aceitável, utilizou *Machine Learning* e IA para analisar esses dados e estimar quanto tempo demoraria para o prato ficar pronto, fator de maior imprevisibilidade. Com isso o iFood conseguiu otimizar rotas de entregas e reduzir o tempo ocioso do entregador, aguardando a comida ficar pronta (MACHADO, 2020).

A mesma empresa também utiliza os dados das condições climáticas em conjunto com dados já registrados anteriormente por intermédio das experiências de seus três pilares para prever com maior acuracidade sua demanda (LOUREIRO, 2020).

Outra empresa que utiliza a tecnologia é a Magazine Luiza, rede varejista de produtos diversos, a qual desenvolveu uma aplicação de *big data* denominada Bob, responsável por recomendar produtos da empresa, resultando em um aumento das vendas e melhora da experiência do cliente (MAGAZINE LUIZA, 2021). No entanto, o projeto Bob começou com o desenvolvimento do “Magazine Você”, cuja ideia era criar um comércio social, ou seja, uma plataforma onde consumidores se relacionam, auxiliando uns aos outros na compra e venda de produtos, envolvendo também o uso de redes sociais, tais como o Facebook. A intenção da empresa era descobrir o que os usuários realizavam na plataforma, para posteriormente sugerir produtos para pessoas de sua rede, o que possibilitou a compreensão do comportamento do consumidor e por conseguinte propiciou o fornecimento de conteúdo mais personalizado para eles (FÉLIX; TAVARES; CAVALCANTE, 2017).

O processo de implementação do Bob na Magazine Luiza, no entanto, sofreu resistência das lojas físicas, dificultando a coleta de dados. Elas julgavam o comércio virtual como uma ameaça aos canais físicos de venda e, a fim de convencê-las dos benefícios da aplicação, foram apresentadas métricas do percentual de consumidores que ao ir às lojas físicas, já haviam verificado em seus smartphones quais produtos lhes interessavam. Dessa forma, com o uso do Bob foi facilitada a verificação de quais produtos e marcas esses consumidores potenciais tinham maior interesse, melhorando a experiência do cliente e alavancando as vendas (FÉLIX; TAVARES; CAVALCANTE, 2017).

Um exemplo adicional é a Mobi7, que foi fundada em 2017 e já é considerada a maior empresa de telemetria e IoT do Brasil, sendo a telemetria uma tecnologia que propicia a medição e comunicação de informações que sejam pertinentes para determinado uso. Ela atua na gestão de frotas focada em empresas, oferecendo diversos serviços, entre eles o rastreamento em tempo real dos automóveis, histórico de rotas, gestão de manutenção e de abastecimento do veículo, além da possibilidade de ter acesso a todos esses dados em tempo real e organizados em um *dashboard* (MOBI7, 2021).

Desde 2018, o setor de manutenções da empresa Viaplan Engenharia emprega a plataforma Mobi7 em suas atividades de monitoramento dos veículos, porém, antes de seu uso, em todo abastecimento era necessário registrar a quilometragem do hodômetro e, caso fosse necessário prestar algum auxílio para os motoristas, eles precisavam enviar uma mensagem com a localização para notificar a gestão, o que nem sempre era possível devido à falta de sinal de internet em algumas localidades. Com a implementação do serviço de gerenciamento de frotas, foi possibilitado o cadastramento de um plano de manutenção para cada veículo, com

dispositivos implantados no automóvel que registram o hodômetro e informam a gestão quando é necessária uma nova manutenção, melhorando a eficiência da mão de obra da empresa e reduzindo gastos com trocas de peças desnecessárias (BROLIANI, 2020).

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 BIBLIOMETRIA

Segundo os critérios de busca estabelecidos, foi possível encontrar 925 artigos na base de dados Scopus.

Com a utilização da ferramenta de análise do mesmo banco de dados, pôde-se observar a curva crescente de quantidade de publicações desde 2014, ilustrada na Figura 1; nota-se também que, a partir de 2018, o tema ganhou maior notoriedade, em especial na China, Índia e Estados Unidos, conforme exibido na Tabela 1. Ademais, como o crescimento foi mais acentuado nos últimos anos, pode-se esperar que a quantidade de documentos científicos sobre IoT e *big data* na Logística aumentará em alta velocidade no futuro próximo.

Com a intenção de verificar a produtividade de periódicos dentre os 925 artigos analisados, a Tabela 2 mostra os 10 principais contribuintes para a literatura em questão de quantidade de publicação, sendo a sigla NP representante de “Número de Publicações”.

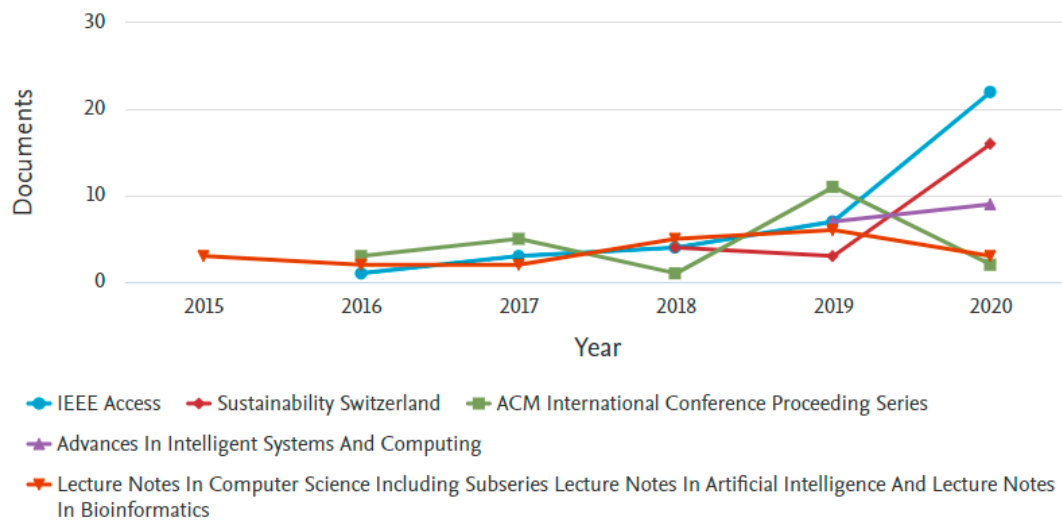
Tabela 2 – Produtividade de periódicos

<i>Ranking</i>	Periódico	NP
1	IEEE Access	37
2	Sustainability Switzerland	23
3	ACM International Conference Proceeding Series	22
4	Lecture Notes in Computer Science Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes In Bioinformatics	21
5	Advances in Intelligent Systems and Computing	16
6	Iop Conference Series Materials Science and Engineering	14
7	International Journal of Production Research	13
8	Journal of Cleaner Production	11
9	Journal of Physics Conference	10
10	IFAC Papersonline	8

Fonte: Adaptado de Scopus (2021).

Quando se analisa o desempenho dos periódicos no decorrer do tempo, observa-se que dentre os 10 que mais publicam a respeito, nenhum publicou em 2014, início do período selecionado, e apenas 2 publicaram em 2015. Nota-se também que houve uma maior quantidade de publicações desses a partir de 2019. A Figura 15 ilustra esse cenário aplicado aos 5 principais contribuintes.

Figura 15 – Desempenho dos principais periódicos

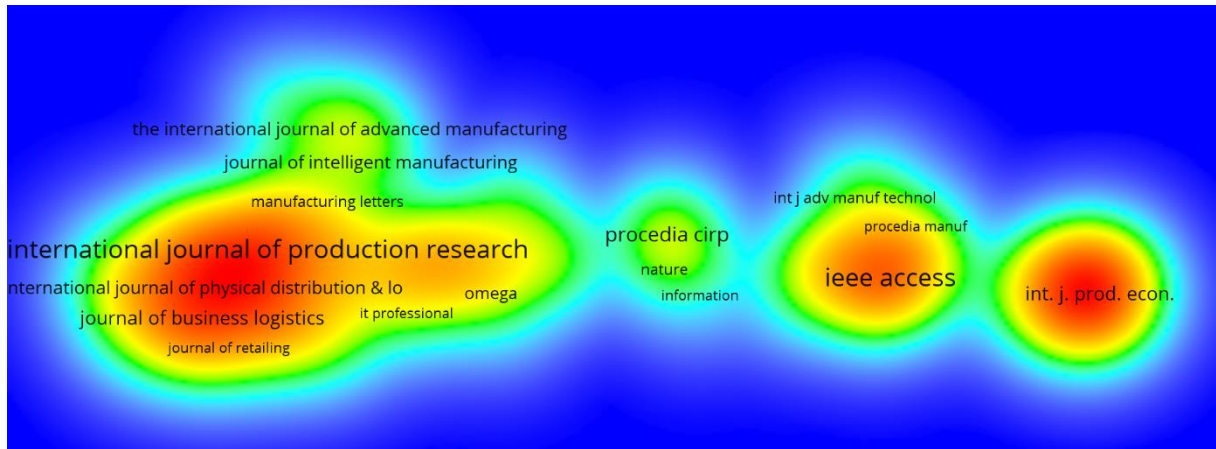


Fonte: Scopus (2021).

Com o emprego do *software* VOSviewer, pôde-se construir redes de coocorrência, cocitação, coautoria e de acoplamento bibliográfico. Essas foram possibilitadas a partir da exportação de um relatório no formato CSV dos resultados obtidos pelos filtros descritos nas metodologias aplicados à base de dados Scopus. Posteriormente, esse foi importado para o *software* a fim de gerar as redes desejadas; selecionou-se a opção para criação de mapa baseado em dados bibliográficos; escolheu-se a leitura de dados de arquivos bibliográficos de banco de dados e, por fim, foi selecionado o arquivo exportado do Scopus. Os passos seguintes foram diferentes para cada tipo de construção de rede.

Apenas o fato de que um periódico publicou mais estudos sobre o tema não significa necessariamente que seu conteúdo foi mais relevante para a construção do conhecimento científico a respeito. Para investigar isso, foi elaborado um mapa de densidade de cocitação deles, partindo do pressuposto de que todas as ligações teriam a mesma importância e que cada um possui um número mínimo de 20 citações. A Figura 16 ilustra esse mapa de densidade de cocitação de periódicos.

Figura 16 – Mapa de densidade de cocitação de periódicos

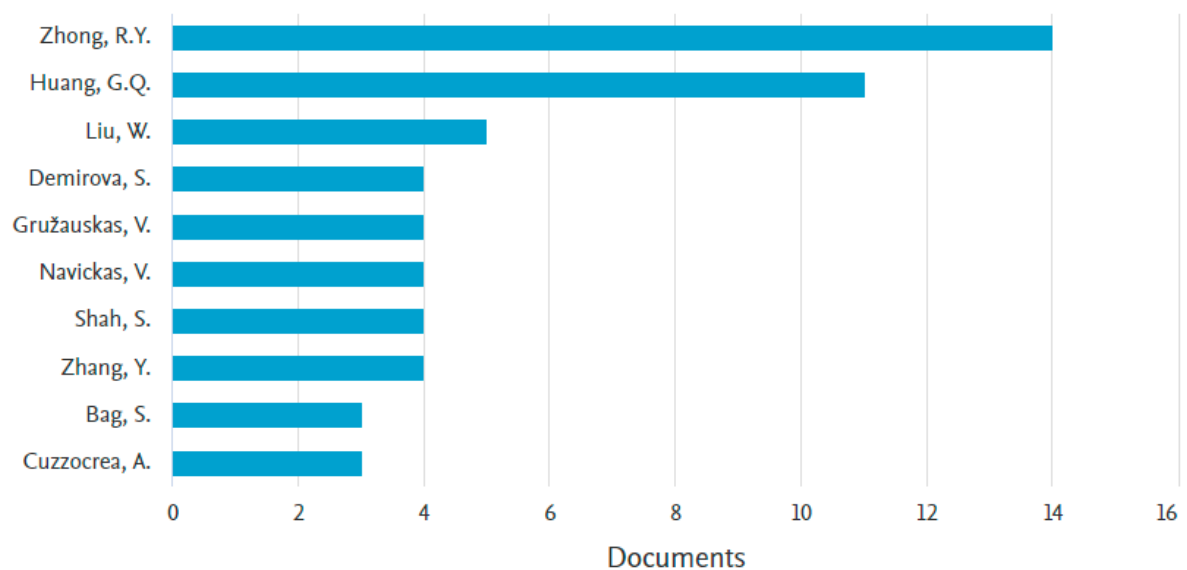


Fonte: VOSviewer (2021).

Na Figura 16, são observadas regiões vermelhas, ou seja, são caracterizadas por elevada ocorrência de cocitação. Nota-se também que embora o IEEE Access tenha maior quantidade de publicações, ele não se mostra aquele com mais citações. O periódico com maior quantidade de citações é o *International Journal of Production Research*, o qual conta com 496 citações, contra 444 do IEEE Access.

Análise semelhante pôde ser realizada para os autores. Para isso, primeiramente, observou-se a produtividade dos principais autores sobre *Logistics* em combinação com IoT e *big data*. A Figura 17 mostra essa relação, extraída do Scopus.

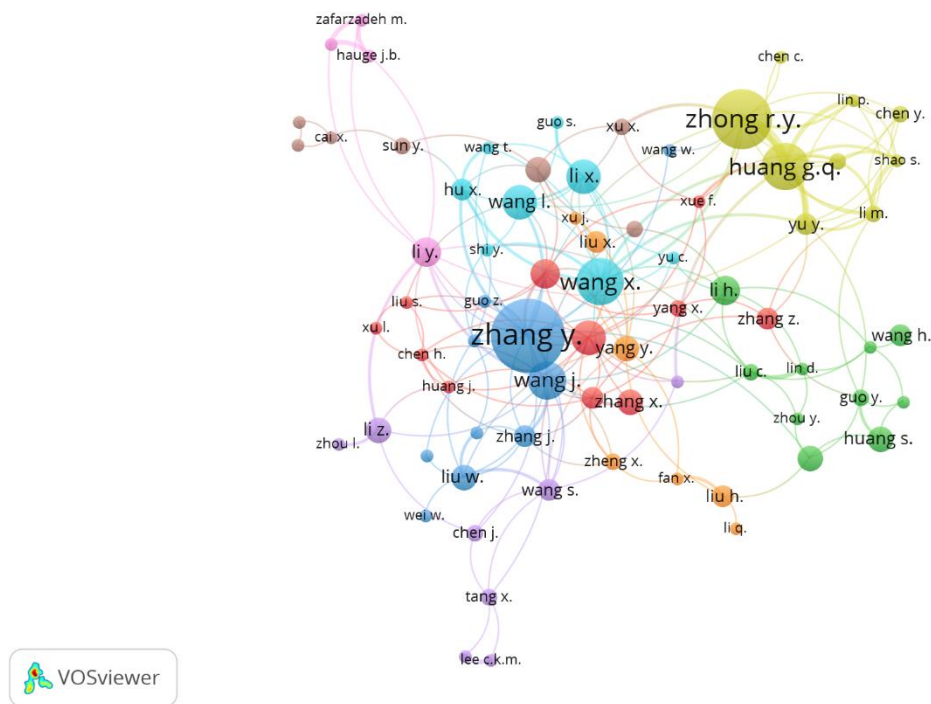
Figura 17 – Produtividade de autores



Fonte: Scopus (2021).

Para posterior análise, a rede de coautoria foi criada a partir da seleção do tipo de análise “coautoria” e considerando a unidade de análise “autores”. Além disso, foi utilizado o método de contagem completa, ou seja, foi considerado que cada ligação entre países teria o mesmo peso. Por fim, foi estipulado um número mínimo de documentos por autor. Estatisticamente, 88,15% dos 2.667 autores encontrados com os filtros de documentos pré-estabelecidos publicaram apenas 1 artigo sobre o tema e outros 8,51% publicaram 2 artigos, portanto, para a construção da rede de coautoria foi instituído um número mínimo de 3 artigos por autor, limitando a busca de 2.667 autores para 89 e selecionando aqueles que possuem mais conhecimentos sobre o tema; no entanto, como nem todos estavam conectados entre si, a busca foi restrita a 74 autores. Essa rede de coautoria está ilustrada na Figura 18.

Figura 18 – Rede de coautoria de autores



Fonte: VOSviewer (2021).

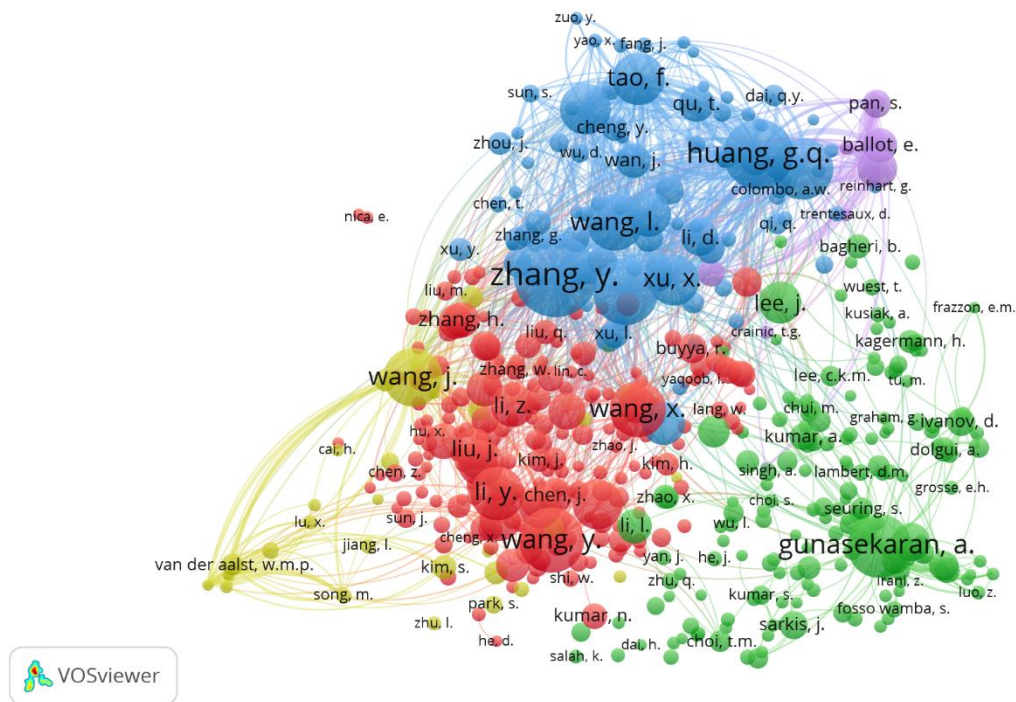
Um cuidado, no entanto, deve ser tomado na análise dessa rede de coautoria. Conforme a Figura 17, Zhang, Y. havia publicado apenas 4 estudos a respeito, contudo, esse se referia a “Zhang, Yingfeng”. O *software*, por outro lado, não realiza essa distinção e, sendo assim, não considera que há outros autores cujo sobrenome é Zhang e o primeiro nome começa com Y –

“Zhang, Yahui”, 2 publicações sobre o tema; “Zhang, Yuan”, 1 publicação; “Zhang, Yifan”, 1 publicação; “Zhang, Yonghui”, 1 publicação; “Zhang, Ya”, 1 publicação; “Zhang, Yuzhu”, 1 publicação; “Zhang, Yongping”, 1 publicação; “Zhang, Yaling”, 1 publicação; “Zhang, Yin”, 1 publicação; “Zhang, Yiying”, 1 publicação; “Zhang, Yushu”, 1 publicação; “Zhang, Yong”, 1 publicação – reconhecendo, portanto, que Zhang, Y. possui 17 documentos publicados e fazendo com que ele se destaque acima de outros indevidamente.

Em contrapartida, as análises sobre Zhong, R. Y. e Huang, G. Q. estão corretas, conforme a Figura 17, eles publicaram respectivamente 14 e 11 estudos no tocante ao tema, possuindo, também nessa ordem, 14 e 11 ligações. Como esses são os mesmos números de estudos publicados por cada um e verificando a quantidade de publicações (925) e o número de autores antes dos filtros (2667), infere-se que se trata de um tema que é constantemente construído por mais de um autor.

Outra análise possível com relação aos autores dos artigos publicados no Scopus é a análise de cocitação, sendo o pressuposto dessa avaliação que quanto maior a frequência que dois autores são citados juntos, mais seu conteúdo está relacionado. Posto isto, a Figura 19 mostra a rede de cocitação de autores. Para sua elaboração, selecionou-se o tipo de análise “cocitação” e a unidade de análise “autores citados”, considerando o método de contagem completa e um mínimo de 20 citações por autor, reduzindo a pesquisa de 56.862 para 492.

Figura 19 – Rede de cocitação de autores

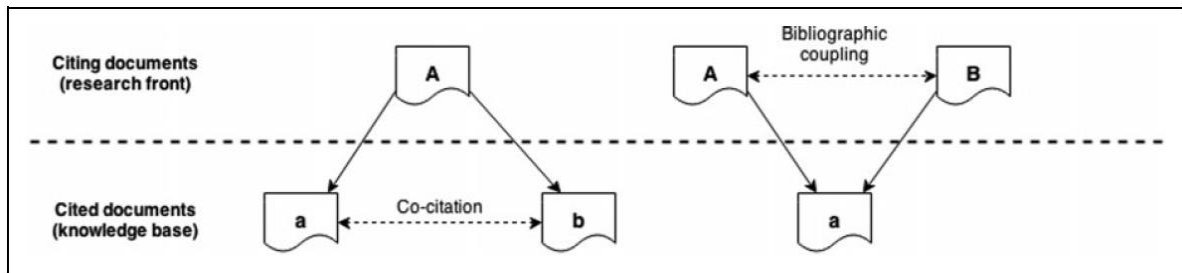


Fonte: VOSviewer (2021).

Novamente, desconsiderando Zhang, Y. pelos motivos citados acima, observa-se que Huang, Q. G. possui um número superior de citações, mesmo não sendo o autor com mais publicações. Ele conta com 282 citações contra 230 de Zhong, R. Y., autor com maior número de estudos publicados. Seu nome não aparece na ilustração, no entanto, está localizado ao lado de Huang, Q. G., assim como na Figura 18, possibilitando a interpretação de que seus temas estão fortemente conectados, com uma força de ligação de 968 entre um e outro.

Para investigar os artigos individualmente, foram utilizados dois tipos de análises: cocitação e acoplamento bibliográfico, sendo que este usa o número de referências compartilhadas entre dois documentos como forma de medida de similaridade entre eles e apresenta melhor performance quando utilizado dentro de um espaço de tempo limitado, enquanto aquele é basicamente a frequência na qual dois estudos são citados em conjunto. Além disso, uma conexão de acoplamento bibliográfico é estabelecida pelos autores dos artigos em foco, enquanto uma conexão de cocitação é estabelecida pelos autores que estão citando os trabalhos examinados (ZUPIC; ČATER, 2015). A Figura 20 ilustra a diferença entre esses dois conceitos.

Figura 20 – Cocitação e acoplamento bibliográfico

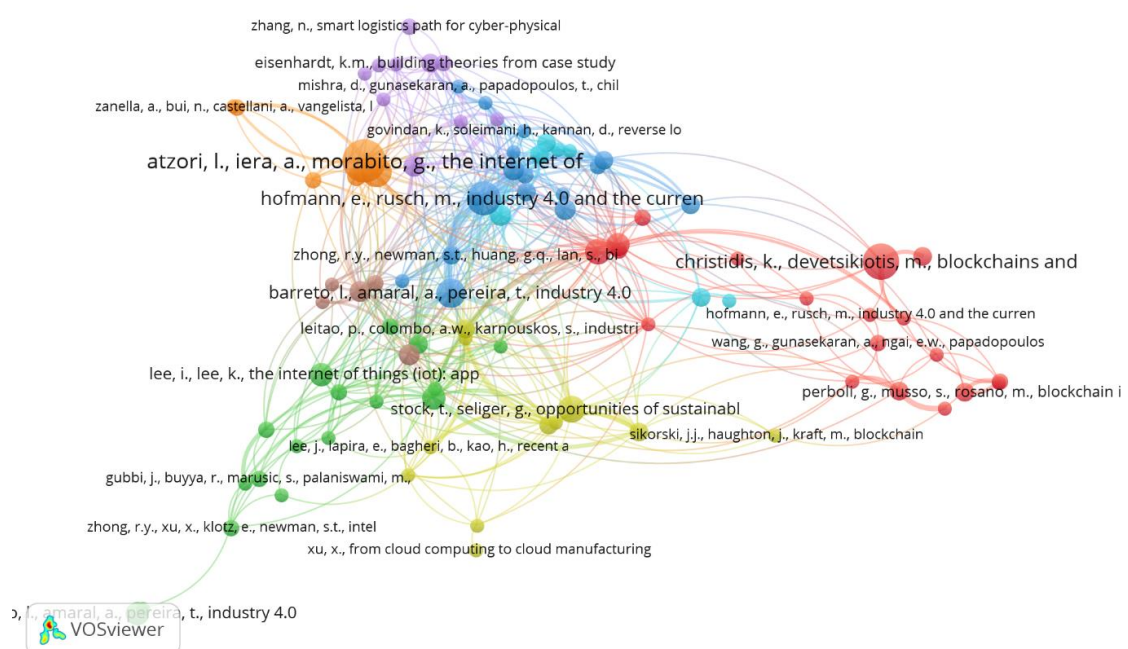


Fonte: Zupic; Čater (2015).

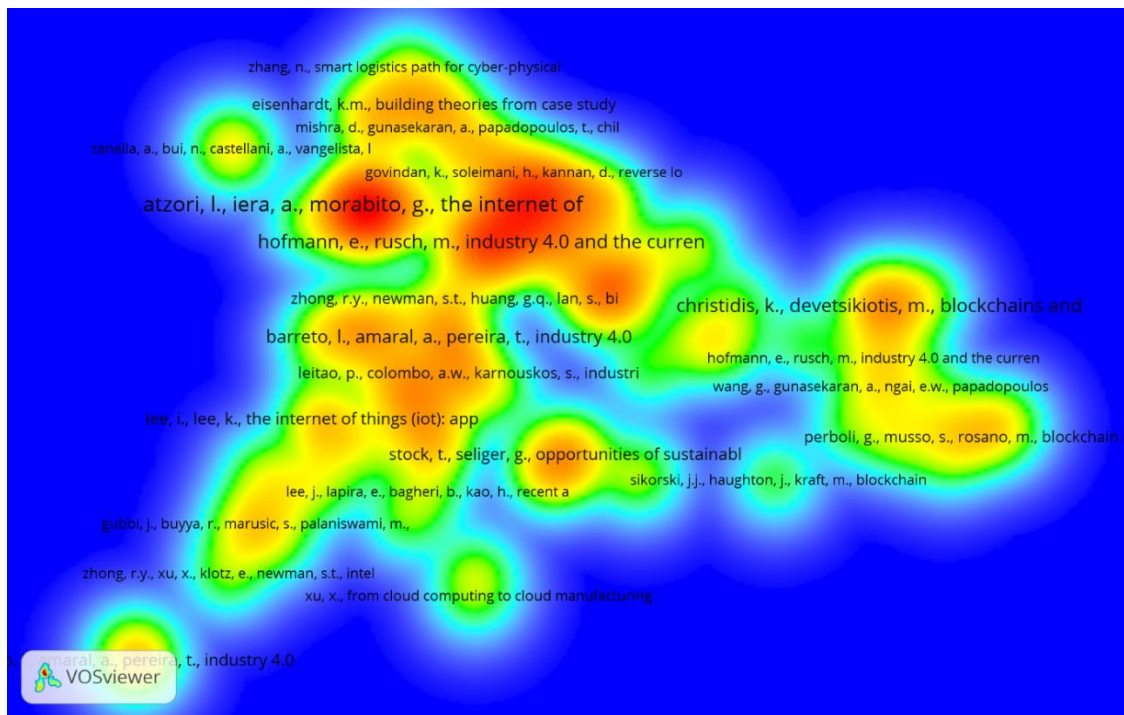
Portanto, a escolha da relação a ser verificada depende dos objetivos da análise, sendo ideal para um mapeamento de documentos atuais o acoplamento bibliográfico. Já se o objetivo é mapear documentos-chave a partir de uma perspectiva atual, deve-se optar pela cocitação. Por fim, se ambos os objetivos são visados, pode-se fazer uso de ambas as técnicas (SMALL, 1999).

À vista disso, foi elaborada uma análise de cocitação, cuja unidade de análise foi “referências citadas” e com o número mínimo de 4 citações de uma referência citada, reduzindo a pesquisa de 41.805 referências para 94; entretanto, como duas delas não tinham conexões entre as demais, a busca seguiu com 92 referências. A Figura 21 exibe essa análise na forma de uma rede de cocitações e na forma de um mapa de densidade.

Figura 21 – Análise de cocitação de artigos: (a) rede de cocitação; (b) mapa de densidade



(a)



(b)

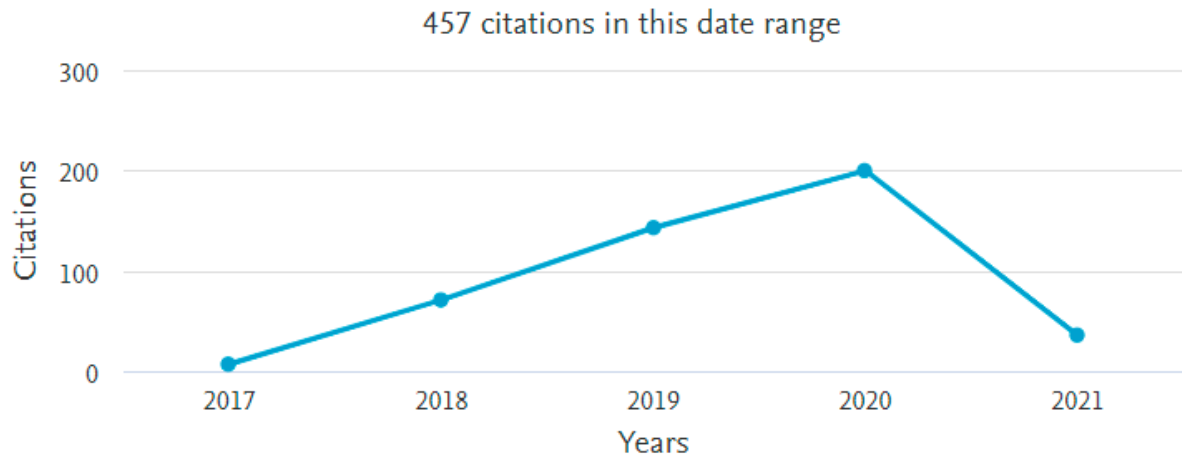
Fonte: VOSviewer (2021).

Nessa ilustração, percebe-se que, embora o artigo *“The Internet of Thing: A Survey”* de Atzori, Iera e Morabito tenha maior ocorrência de citações, 20, aquele que possui maior força total de ligações (FTL) é o artigo de Hofmann e Rüsç, *“Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics”*, que conta com 14 ocorrências de citações, e uma FTL de 38, seguido do artigo de Barreto, Amaral e Pereira, *“Industry 4.0 implications in logistics: an overview”*, com 11 citações e FTL 34.

Outra conclusão a ser retirada dessa Figura 21 é que, quando dois documentos são citados frequentemente em conjunto, cada documento também é individualmente muito citado (JARNEVING, 2005). Contudo, não obrigatoriamente os autores que mais são citados em conjunto são também aqueles que elaboraram os artigos com mais citações e isso verifica-se ao comparar a Figura 21 com a Figura 19, onde se destacaram os autores Huang e Zhong, contudo seus artigos aparecem na Figura 21, mas não são os mais destacados.

Além disso, pode-se inferir que os documentos mencionados, no caso *“Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics”* e *“Industry 4.0 implications in logistics: an overview”*, são considerados mais importantes pelos pesquisadores do que os documentos que os citam. A exemplo, o artigo de Hofmann e Rüsç possui 457 citações, sendo nenhuma delas caracterizada pela autocitação; essa relação é exibida na Figura 22.

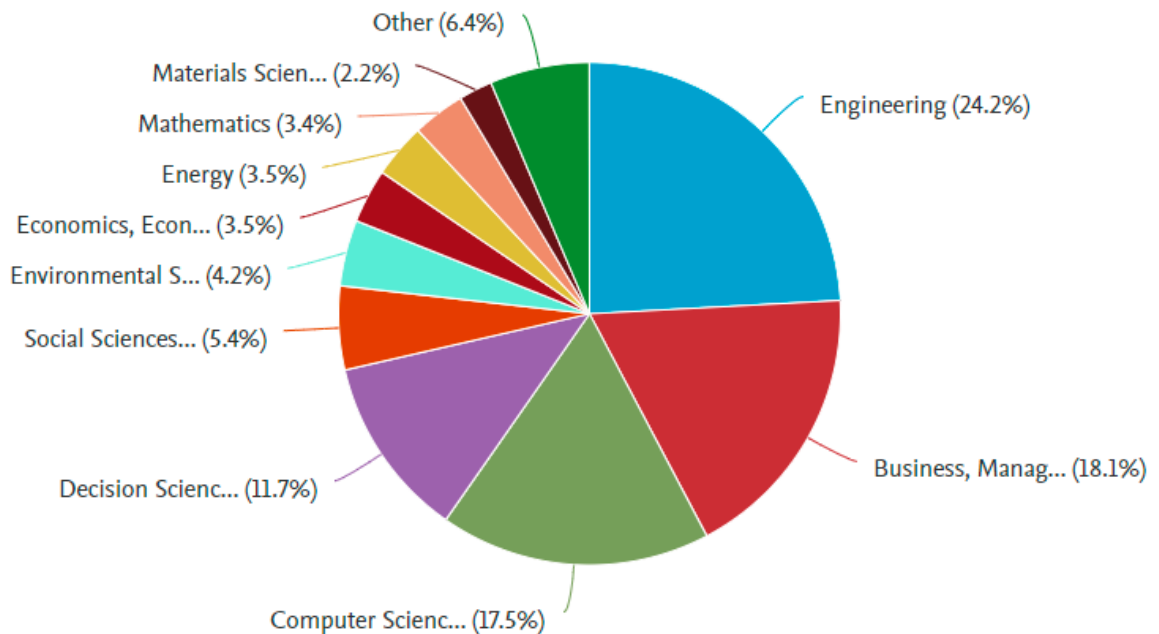
Figura 22 – Citações por ano do artigo de Hofmann e Rüsç



Fonte: Scopus (2021).

Outra relação extraída das publicações que citaram esse artigo é que mais de 70% dessas estão englobadas nas áreas de estudo de Engenharia (24,2%), Negócios, Gestão e Contabilidade (18,1%), Ciências da Computação (17,5%) e de Ciências da Decisão (11,7%), temas abordados durante o Capítulo 2 deste trabalho. Todas as áreas às quais pertencem os 457 artigos analisados estão ilustradas na Figura 23.

Figura 23 – Áreas de estudo das publicações que citaram o artigo de Hofmann e Rüschi
Documents by subject area

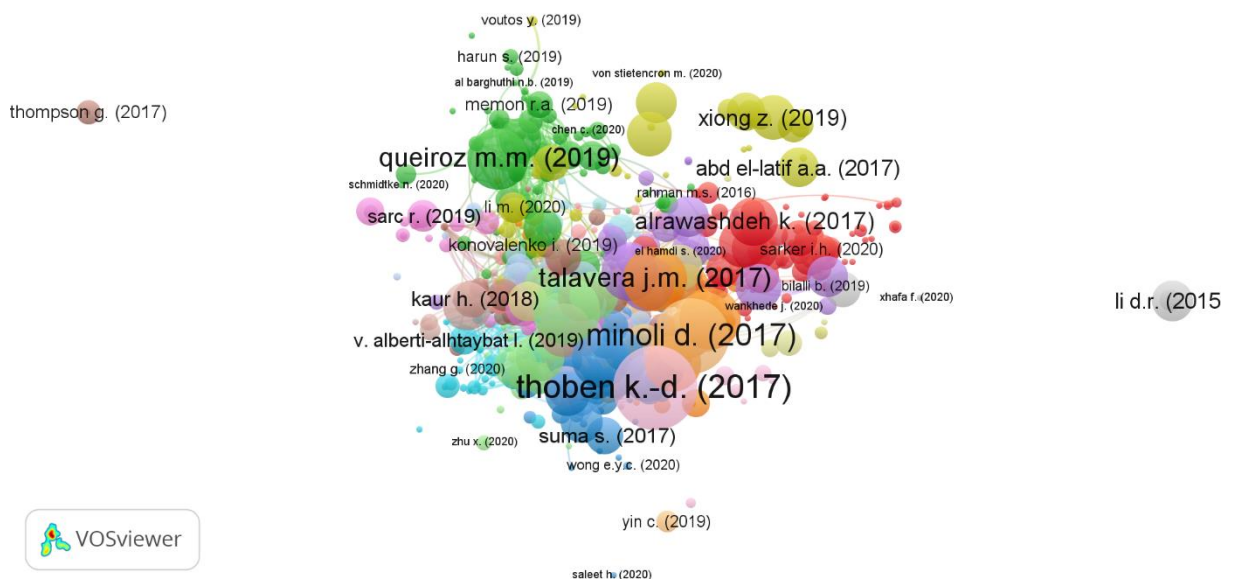


Fonte: Scopus (2021).

Dentre os 457 artigos que citaram “*Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics*”, 36 foram publicados em 2021 e 22 desses estão relacionados com sustentabilidade. Esse percentual aumenta quando verificados os 192 artigos cuja subárea é Negócios, Gestão e Contabilidade, todos esses relacionados à logística e, dentre os 13 que foram publicados em 2021, 10 possuem ligações com a questão de sustentabilidade, mostrando a crescente relevância desse tema, em especial no tocante à área de estudos de Negócios, Gestão e Contabilidade.

Em seguida, foi utilizado o mesmo método para acoplamento bibliográfico, utilizando também como unidade de análise os documentos e sem restrição quanto a um número mínimo de citações por documento, ou seja, utilizando os 925 documentos. Como 165 desses não possuíam ligações entre si, a quantidade de documentos utilizada para essa construção foi de 760. Assim, elaborou-se a Figura 24.

Figura 24 – Acoplamento bibliográfico de artigos



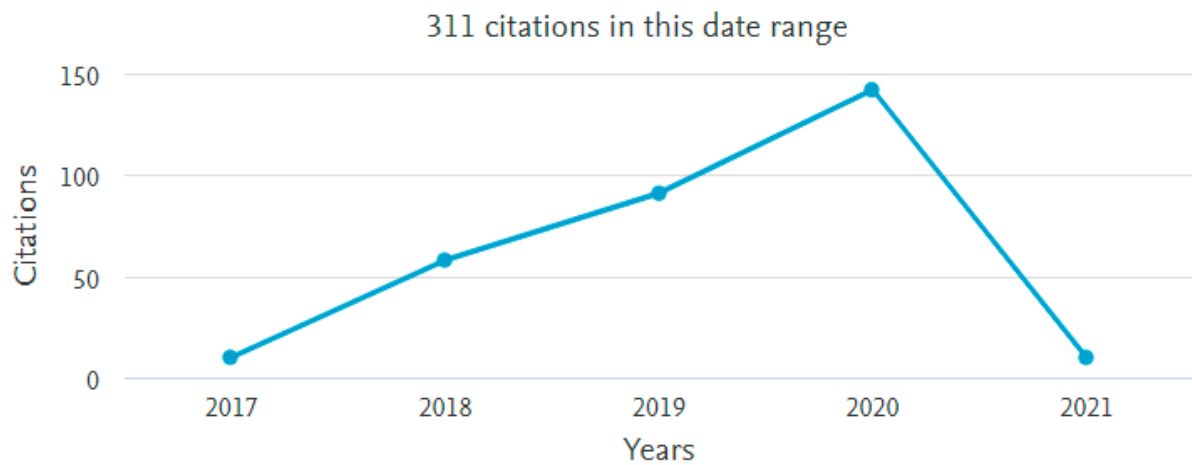
Fonte: VOSviewer (2021).

A vantagem de se utilizar o acoplamento bibliográfico é a possibilidade de agrupar especialidades de nicho menores formadas por documentos menos citados (ZUPIC; ČATER, 2015). Além disso, essa técnica tem maior usabilidade quando se necessita mapear uma frente de pesquisa atual (SMALL, 1999).

Há, na Figura 24, 21 *clusters* e 14.141 ligações. Ademais, nota-se que alguns grupos estão distantes e pouco conectados com os demais, entre eles, pode-se citar o artigo de Thompson e Cook “*The Logic of data-sense: thinking through learning personalization*” conectado com um artigo chamado “*Big Data analysis of e-commerce based on the Internet of Things*”, sendo este publicado em 2020.

Outro ponto a ser destacado nessa figura é a predominância do artigo de Thoben, Wiesner e Wuest denominado “*‘Industrie 4.0’ and smart manufacturing-a review of research issues and application examples*”. Esse possui 311 citações, mais do que todos os demais artigos analisados, sendo 10 dessas citações de estudos publicados em 2021 e nenhuma dessas se trata de autocitação. Portanto, infere-se que é um artigo relevante para a construção do conhecimento científico a respeito de Logística, IoT e *Big Data*. A relação de citações por ano desse artigo pode ser verificada na Figura 25.

Figura 25 – Citações por ano do artigo de Thoben, Wiesner e Wuest



Fonte: Scopus (2021).

A fim de analisar as instituições que mais publicaram e seu país de origem, a Tabela 3 exibe esses dados.

Tabela 3 – Produtividade das principais instituições

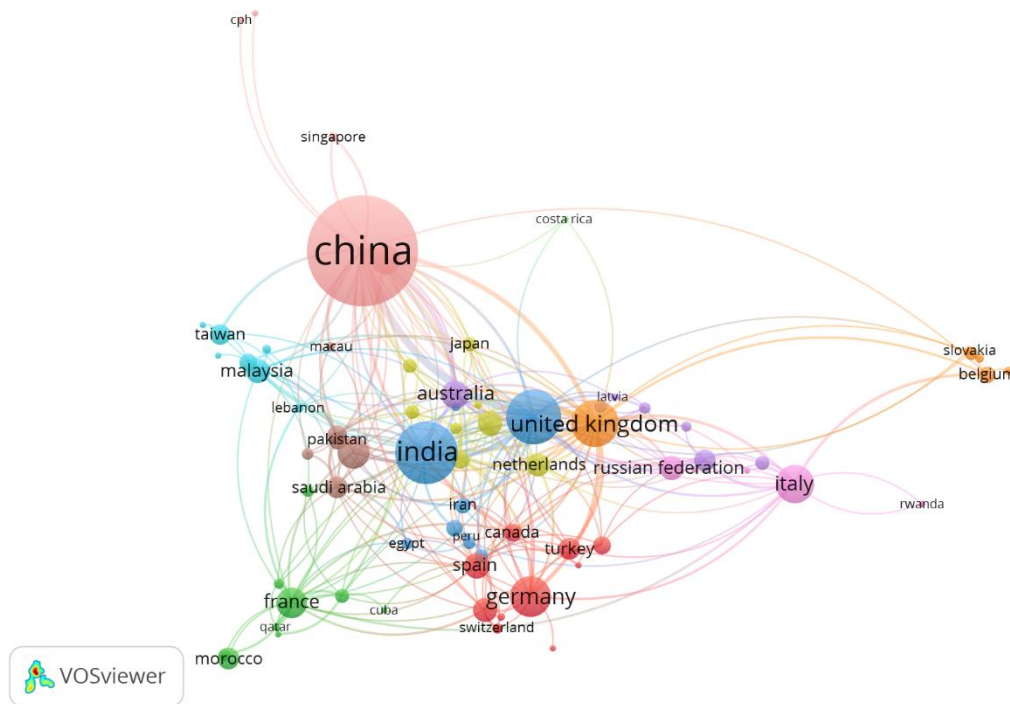
<i>Ranking</i>	Instituição	NP	País
1	The University of Hong Kong	13	Hong Kong
2	Hong Kong Polytechnic University	10	Hong Kong
3	Ministry of Education China	9	China
4	Vellore Institute of Technology, Vellore	9	Índia
5	Beijing University of Posts and Telecommunications	9	China
6	The Royal Institute of Technology KTH	8	Suécia
7	University of Auckland	8	Nova Zelândia
8	University of Twente	8	Países Baixos
9	The University of Hong Kong, Zhejiang Institute of Research and Innovation	8	Hong Kong
10	Shenzhen University	7	China

Fonte: Adaptado de Scopus (2021).

Verifica-se nessa tabela a repetida presença de instituições de Hong Kong (3 vezes) e da China (3 vezes), no entanto, quando comparado com Tabela 1, nota-se que Hong Kong é o nono país que mais publica artigos sobre o tema, o que levanta a questão de coautoria entre países. Para investigar essa abordagem, a Figura 26 foi criada utilizando o tipo de análise “coautoria”

e a unidade “países”, sem limitação de quantidade de publicações por país, ou seja, utilizando os 87 países disponíveis. Como 11 deles não tinham relações com outros países, esses foram excluídos da amostra, restando, então, 76 países.

Figura 26 – Rede de coautoria de países

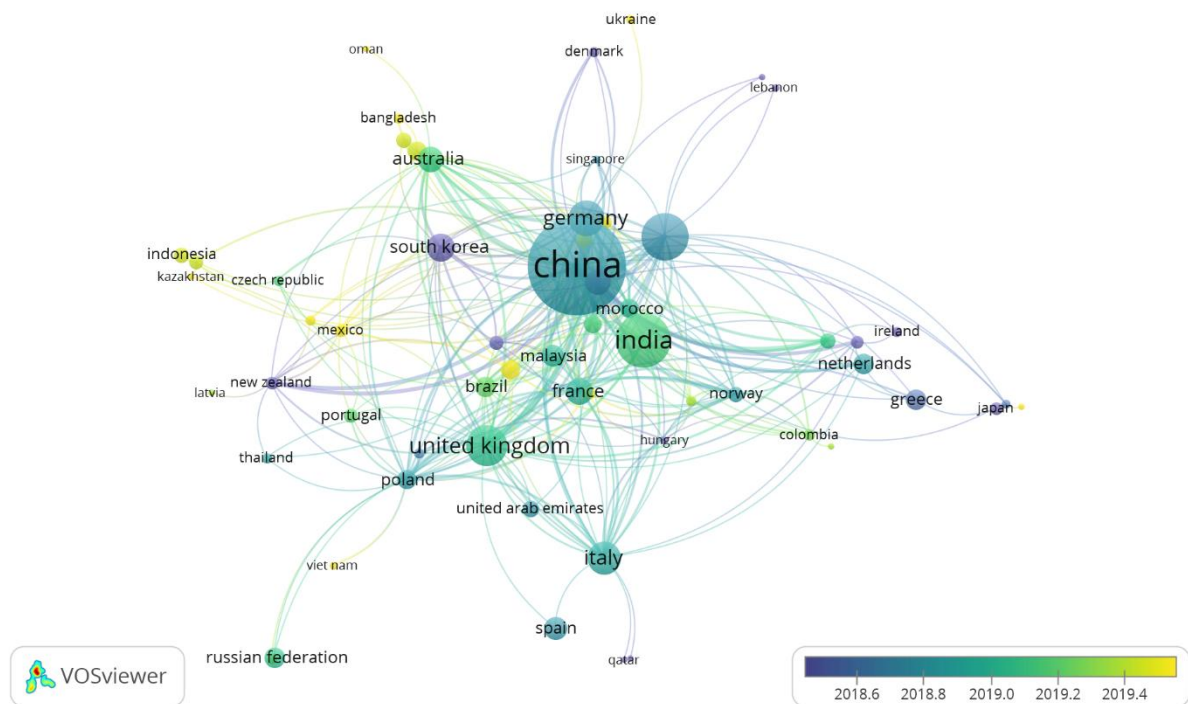


Fonte: VOSviewer (2021).

A rede de coautoria de países exibida na Figura 26 é constituída por 11 *clusters* e 290 ligações. Nela, destaca-se novamente a China como principal produtora de conteúdo, contando com 33 ligações com outros países. O Brasil se apresenta de forma discreta; seu nome não aparece na ilustração, estando localizado na parte inferior, ao lado da Alemanha, e conta com 11 ligações entre outros países. Embora tenha 20 documentos publicados e ocupe a 13ª posição no *ranking* de produtividade, é o nono país com mais citações.

Com o intuito de analisar as citações por país e sua relação com os demais, foi criada a rede de citações de países, sem quantidade mínima de documentos por um país. Como nem todos os países tinham ligações entre os demais, a rede consistiu em apenas 60 dos 87 países possíveis. A Figura 27 ilustra essa rede.

Figura 27 – Rede de citação de países



Fonte: VOSviewer (2021).

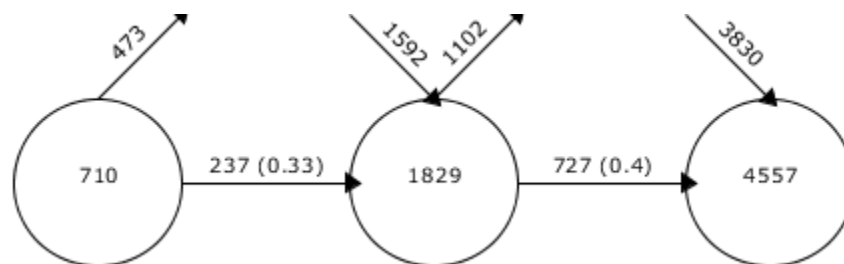
Aqui pode-se perceber a presença um pouco maior do Brasil; contendo 324 citações em seus 20 documentos, nota-se, portanto, que seu conteúdo publicado é relevante perante o publicado mundialmente, além disso, o ano médio de publicação de artigos sobre esse tema no Brasil é 2019, mostrando o crescente interesse a respeito.

Outro ponto interessante de se observar em todas essas redes de países é que, embora a Indústria 4.0 tenha sido criada na Alemanha em 2011, o tema em questão, IoT e *Big Data* na Logística, tem chamado mais atenção de pesquisadores desde meados de 2018. Ademais, nota-se que a Alemanha não está entre os países com mais publicações ou citações (4º mais citado).

Para examinar as palavras utilizadas nos documentos no decorrer do período selecionado, de 2014 a 2020, foi utilizado o *software* SciMAT, com o mesmo relatório exportado do Scopus, porém em formato RIS e realizou-se também um pré-processamento das palavras semelhantes, mas até então escritas de maneira divergente. Depois disso, dividiu-se o documento em três períodos distintos, de 2014 a 2016, 2017 a 2018 e 2019 a 2020, sendo o primeiro período maior, pois não havia muitos documentos nesse espaço de tempo, de tal forma que, após a divisão, o primeiro período ficou com 74 artigos, o segundo com 208 e o terceiro 643, totalizando os 925 mencionados anteriormente.

Para a análise, foram selecionados todos os períodos, a unidade de análise foram todas as alternativas de palavras; com uma frequência de redução de dados equivalente a 3 para todos os períodos; a matriz escolhida foi de coocorrência; com método de redução de rede de valor mínimo 5; medida de normalização: “*equivalence index*”; algoritmo de agrupamento selecionado foi o algoritmo de centro simples, com tamanho máximo de rede 25 e mínimo 2; mapeadores de documentos foram “*core mapper*” e “*secondary mapper*”; medidas de qualidade foram o h-index e a soma de citações; e por fim, as medidas para o mapa longitudinal foram respectivamente para o mapa de evolução e para o mapa de sobreposição o “*Jacard’s index*” e o “*Inclusion index*”. Com essas configurações, foi possibilitada a construção do mapa de sobreposição de palavras, verificado na Figura 28.

Figura 28 – Mapa de sobreposição de palavras



Fonte: SciMAT (2021).

A partir da Figura 28, entende-se que, no primeiro período analisado, foram encontradas 710 palavras, das quais 473 deixaram de ser utilizadas no próximo espaço de tempo analisado, 2017 a 2018, e outras 237, correspondentes a 33% da quantidade original de palavras, continuaram a ser utilizadas. Já no segundo período, há a introdução de 1592 novas palavras, somando 1829; a mesma lógica é utilizada para a análise do último período. Nota-se que com o decorrer do tempo, há um aumento substancial na quantidade de documentos e consequentemente de palavras utilizadas.

Na elaboração do mapa de evolução, presente na Figura 29, foi selecionada a propriedade de quantidade de documentos com essas palavras e pode-se observar paralelamente as principais palavras introduzidas ou substituídas em cada período, bem como quão frequentes são essas palavras dentre os 925 artigos analisados.

Figura 29 – Mapa de evolução de palavras

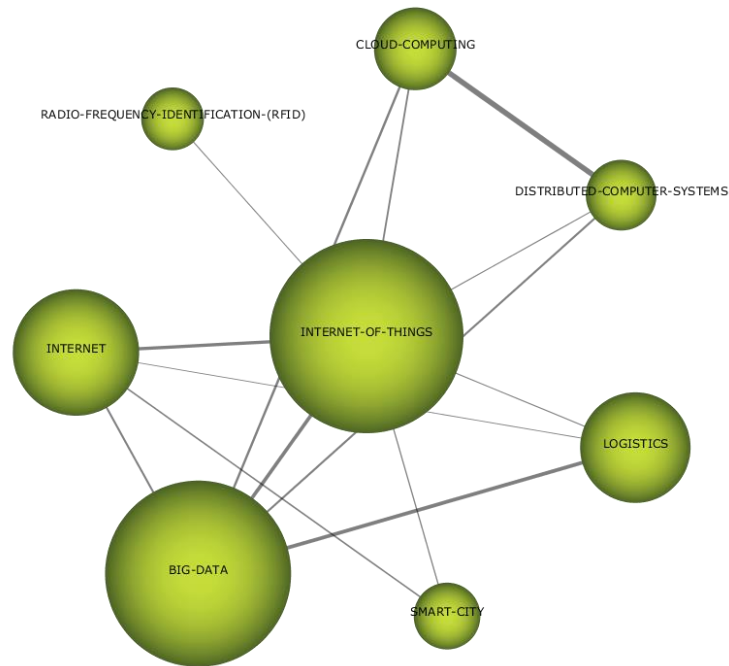


Fonte: SciMAT (2021).

Sendo assim, verifica-se que *Internet of Things* está presente em todos os períodos, com uma forte relação entre si. Verifica-se também que do segundo ao último período, temos uma conexão leve entre *Information Systems* e SCM, além de conexões um pouco mais fortes entre *Decision Making* e SCM e IoT.

Outras análises realizadas foram acerca de quais palavras tiveram mais relações entre si quando analisadas individualmente por período. Para isso, foi selecionado sempre o *cluster* com faixa de centralidade igual a 1, ou seja, sempre *Internet of Things*; a Figura 30 mostra, portanto, as palavras relacionados com IoT de 2014 a 2016.

Figura 30 – Palavras relacionadas com *Internet of Things* de 2014 a 2016

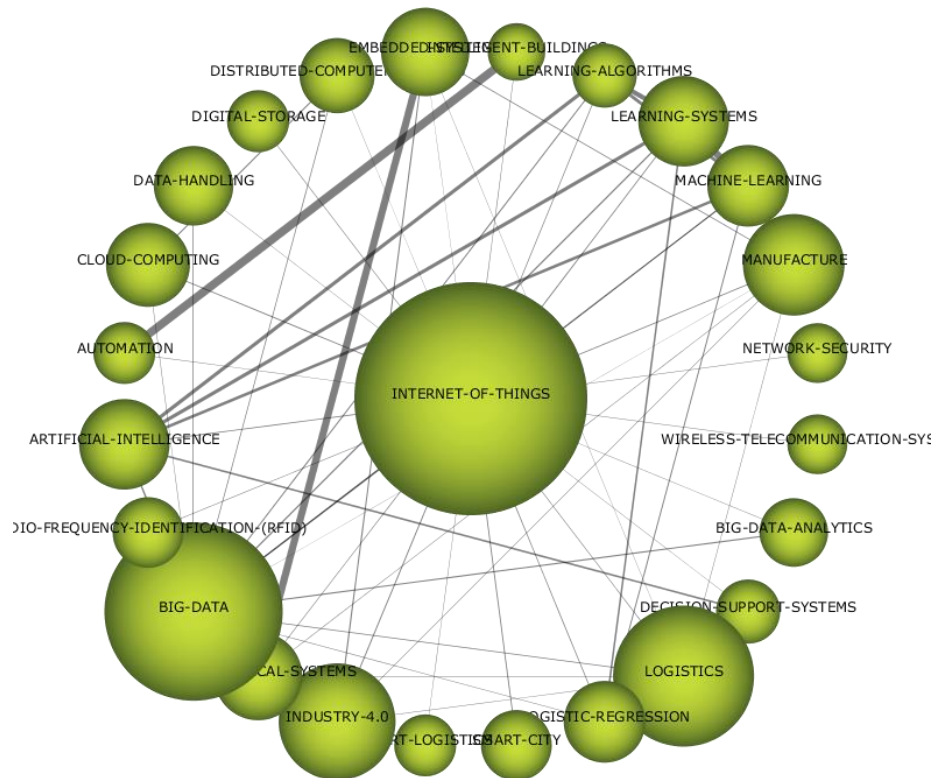


Fonte: SciMAT (2021).

Na Figura 30, percebe-se já a forte associação de IoT com o termo *big data* e deste com computação em nuvem e sistemas de computação distribuída, os quais podem ser vistos como interdependentes, pois para a coleta eficaz, armazenamento e processamento de um grande volume de dados sem a necessidade de ocupar um amplo espaço físico ou na memória do computador, faz-se necessário o uso do serviço da computação em nuvem, o que conseqüentemente resulta na possibilidade de acesso a essas informações em diversos dispositivos em tempo real.

Com o intuito de analisar as palavras relacionadas com IoT no período seguinte, de 2017 a 2018, a Figura 31 foi elaborada.

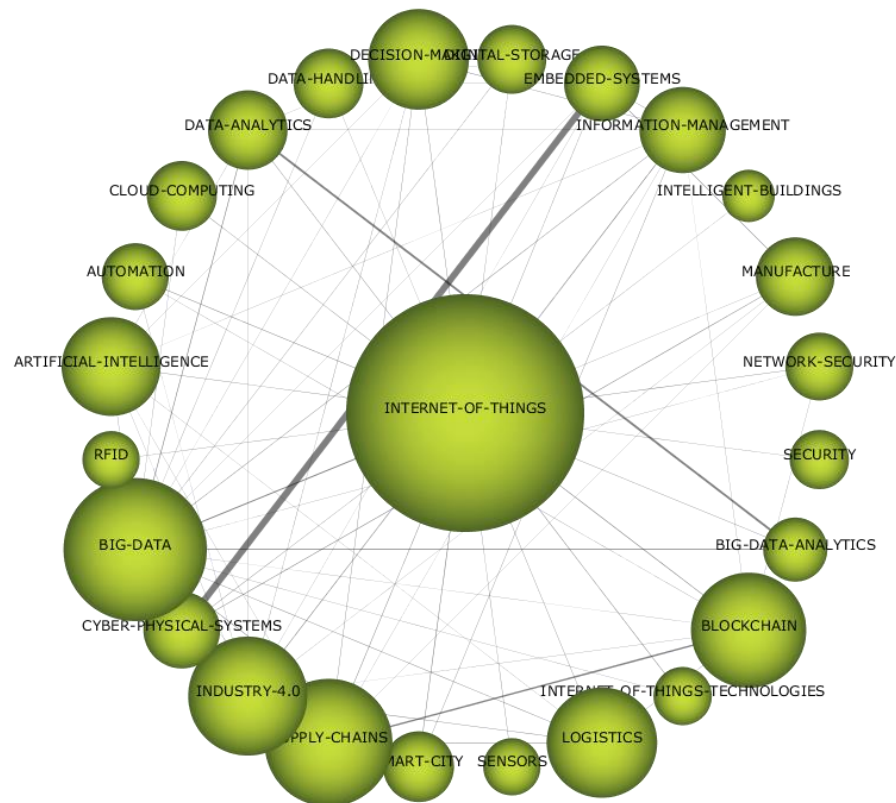
Figura 31 – Palavras relacionadas com *Internet of Things* de 2017 a 2018



Fonte: SciMAT (2021).

Nota-se, portanto, o crescente número de palavras associadas à IoT com o decorrer do tempo, sendo que no primeiro período, na Figura 30, apenas 7 palavras foram mencionadas com maior frequência associadas à IoT, dessas, *internet* deixou de ser utilizada no intervalo de tempo seguinte, Figura 31, e sistemas de computação distribuída também deixou de ser utilizada no último intervalo, presente na Figura 32, possivelmente dando espaço para *blockchain*, o qual é muitas vezes caracterizado como um tipo de sistema de computação distribuído, no entanto sendo este descentralizado; ele já possui mais relevância quando analisada a Figura 32.

Figura 32 – Palavras relacionadas com *Internet of Things* de 2019 a 2020



Fonte: SciMAT (2021).

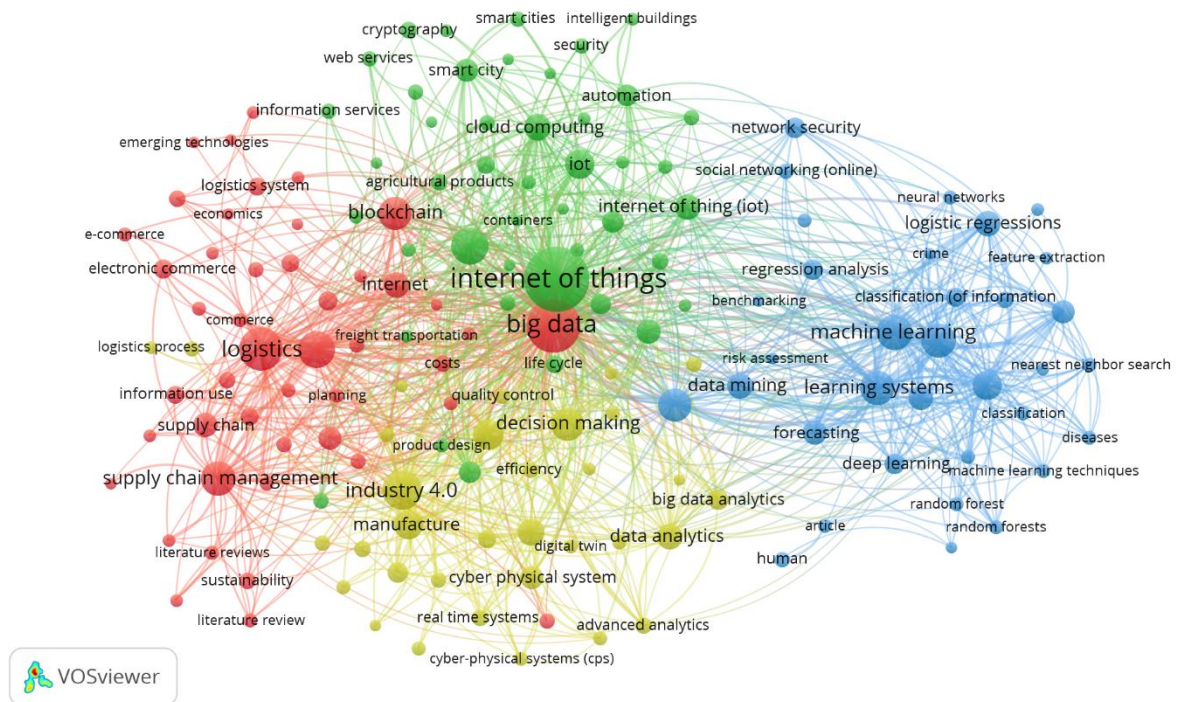
Outra forte ligação presente nas Figuras 31 e 32 é entre CPS e sistemas embarcados, muitas vezes chamados também de sistemas embutidos, os quais são definidos em geral como um sistema microprocessado dentro de um dispositivo capaz de desempenhar uma determinada atividade, sendo assim, o CPS é considerado como um sistema embarcado com capacidade de trocar dados em uma rede (SILVA, 2018).

Na parte superior da Figura 32, observa-se também a presença do termo *decision making*, representado por um círculo de tamanho relativamente grande e ligado a IoT e *big data*, o que corresponde a um recente número substancial de publicações contendo a associação entre esses temas, ou seja, um dos benefícios do uso dessas tecnologias é possibilitar uma melhor tomada de decisão. Essa análise converge também com a Figura 2, a qual evidencia que mais de 7% dos artigos selecionados possuem como subárea as Ciências da Decisão.

Outra perspectiva para analisar as palavras mais utilizadas nesses artigos é alcançada por meio do *software* VOSviewer, a partir da seleção de análise de coocorrência, cuja unidade de análise foram todas as palavras-chave; foi estabelecido um mínimo de 10 ocorrência de cada

palavra-chave. Assim, foram encontradas 157 palavras que constituem as redes da Figura 33 e da Figura 34.

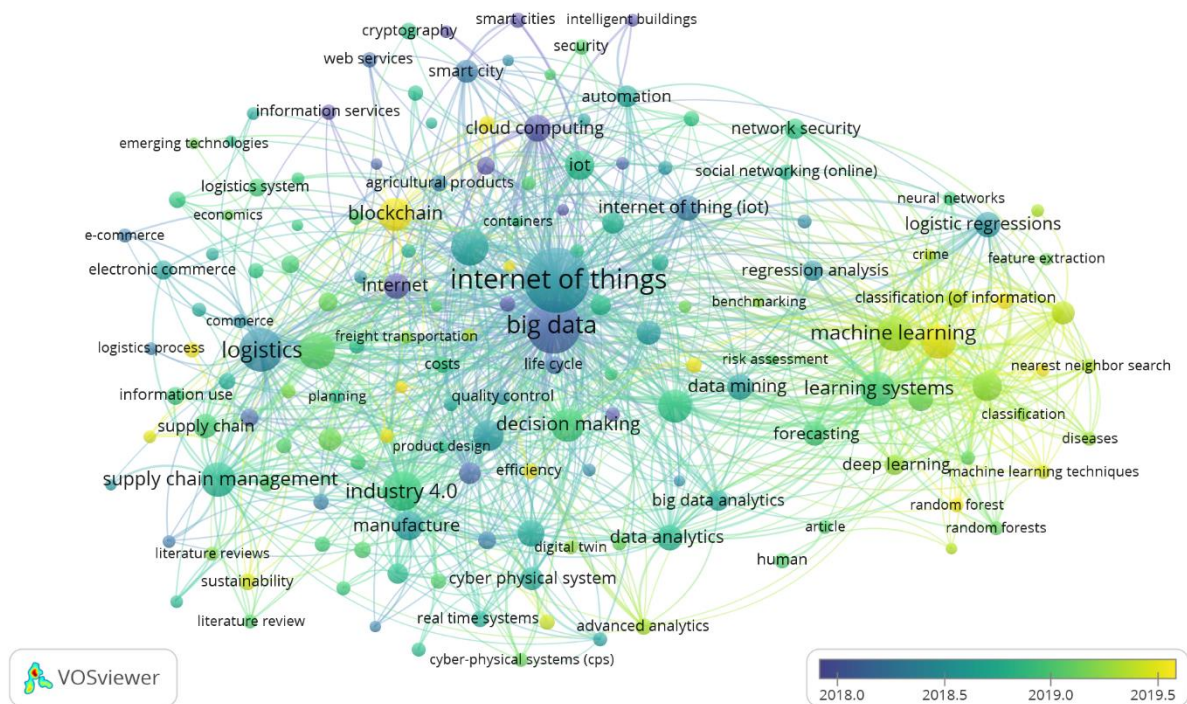
Figura 33 – Rede de agrupamentos de palavras



Fonte: SciMAT (2021).

Na Figura 33, verifica-se a existência de 4 agrupamentos formados por essas palavras contendo um total de 4.955 ligações entre elas, sendo que CPS se encontra no mesmo agrupamento e muito próximo de sistemas embarcados, o que é condizente com o encontrado na Figura 32. Outra semelhança é a proximidade de IoT e *big data* nessa Figura, na Figura 30, 31 e 32, pois quando IoT é colocado no centro, *big data* é o segundo termo com maior tamanho, portanto, com alta relação entre ambos.

Figura 34 – Rede de sobreposições de palavras

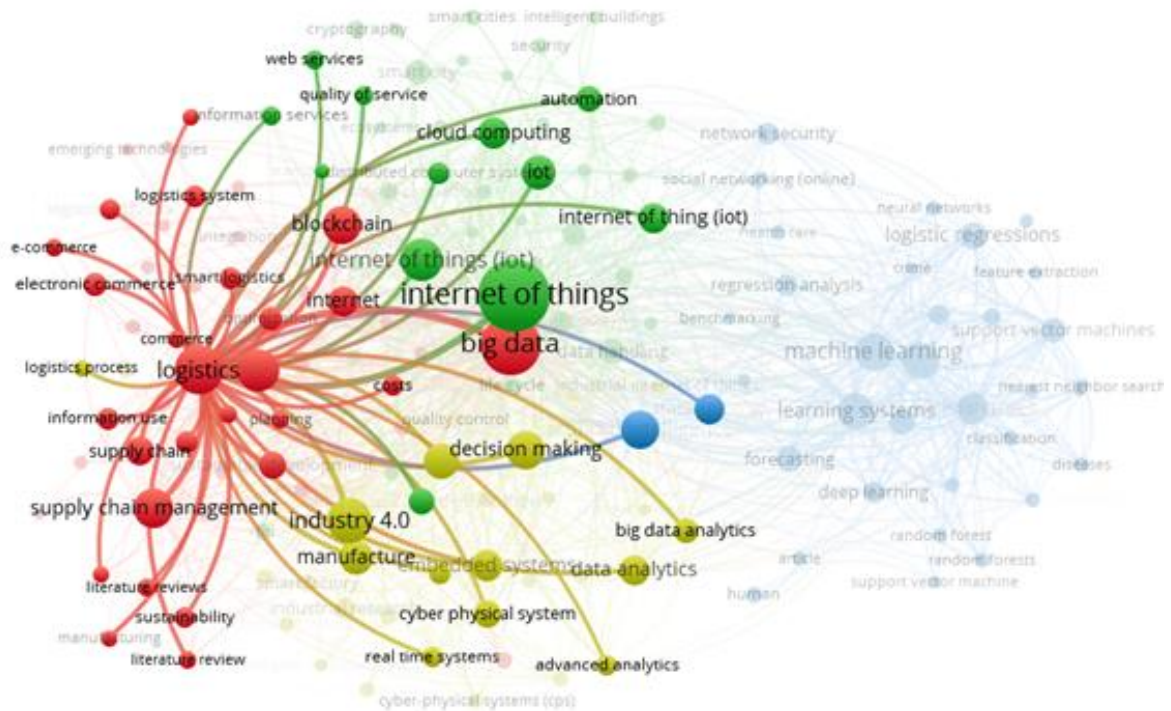


Fonte: SciMAT (2021).

Além disso, outra similaridade encontrada entre ambas as perspectivas apresentadas pelos *softwares* é a atualidade do termo *blockchain* nesse contexto, representado na Figura 34 com uma cor amarela, ou seja, cujo ano médio de publicação foi o meio de 2019; na análise de palavras relacionadas com IoT, esse apareceu apenas no terceiro período analisado, de 2019 a 2020, Figura 32.

Com o intuito de focar em Logística e suas coocorrências, a Figura 35 apresenta a mesma rede de coocorrência, porém aplicada a essa palavra.

Figura 35 – Rede de coocorrência da palavra Logística



Fonte: VOSviewer (2021).

Isso mostra que, nesse contexto, sua presença está mais correlacionada com – além das áreas IoT e *big data* – Indústria 4.0, SCM, *blockchain*, tomada de decisão e, embora menos expressivo, possui uma conexão mais recente com o termo sustentabilidade.

3.2 LACUNAS DE PESQUISA

Tendo isso em vista, algumas lacunas no conhecimento científico foram localizadas.

Poucos estudos de casos foram encontrados; algumas vezes foram encontrados trabalhos que estimam impactos da aplicação de todas as tecnologias da Indústria 4.0, contudo com foco exclusivo nas tecnologias IoT e *big data* na logística não há muitos trabalhos que quantificam os impactos de suas aplicações, em especial nas indústrias farmacêutica e alimentícia. Além disso, como se trata de um tema recente, outras aplicações ainda podem ser descobertas, representando outra lacuna com possibilidade de preenchimento no futuro.

Como mencionado no subtópico acima, o termo sustentabilidade se mostrou recente durante a investigação de palavras utilizadas nos artigos, posto isto, algumas lacunas encontradas associadas a esse termo são Logística Reversa e Economia Circular. Nesse

contexto, há poucos trabalhos publicados na base Scopus e também poucas aplicações das tecnologias relacionadas.

Outros vieses da Logística também foram, até o momento, pouco explorados, entre esses, destaca-se a Logísticas Humanitária e Hospitalar, que podem se beneficiar das técnicas IoT e *Big Data*; a exemplo, na Humanitária, o *big data* pode contribuir com sua velocidade e agilidade ao processar um volume extenso de dados e auxiliar na rápida tomada de decisão assertiva, garantindo mais eficiência em todo o processo logístico.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 VERIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS E RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DE PESQUISA

Este trabalho teve como propósito a elaboração de uma revisão bibliográfica para explorar a IoT e o *Big Data* aplicados à Logística no contexto da Indústria 4.0, verificando sua relevância e estado da arte, além de identificar aplicações práticas dessas tecnologias na Logística e avaliar seus impactos. Expôs, portanto, as definições e conceitos associados à logística, definições de *Internet das Coisas* e *Big Data*, suas principais características, arquitetura e aplicações.

Sendo assim, alguns dos benefícios da aplicação de IoT e *Big Data* apresentados são, por exemplo: a facilitação de rastreabilidade de itens e pessoas, com visibilidade em tempo real; a integração de processos e sistemas, que resulta em melhor comunicação e mais cooperação entre um e outro; a coleta de dados e, com o suporte de ferramentas como IA e *machine learning*, sua análise para, com seus resultados, tomar decisões automáticas, rápidas e assertivas, o que reduz erros, retrabalhos e custos operacionais e administrativos. Esses e outros benefícios proporcionados por suas aplicações auxiliam empresas a melhorarem seus processos e, por conseguinte, a se tornarem mais competitivas.

Para a elaboração do estudo bibliométrico, foram utilizados dois *softwares*, além da própria base de dados Scopus, os quais, em conjunto, apresentaram análises de autores, países, periódicos, instituições, palavras e áreas de pesquisa e mostraram que a atenção de pesquisadores sobre o tema está em constante crescimento, com um número cada vez maior de publicações a respeito, além de um grande interesse de governos e empresas voltados para essas tecnologias e seus desenvolvimentos; isso ocorre pois há expectativas e comprovações de grandes vantagens no uso de IoT e *Big Data* na Logística. Dessa forma, grande parte dos estudos são voltados à Ciência da Computação e à Engenharia, ou seja, para que sejam alcançados os avanços tecnológicos para sua posterior implementação.

Além disso, embora não haja presença expressiva de brasileiros em nenhuma das análises do estudo bibliométrico, isso pode ser entendido como uma oportunidade para o país, empresas brasileiras e pesquisadores expandirem seus conhecimentos a respeito do uso dessas tecnologias na Logística.

À vista do descrito, esta pesquisa tem como principal contribuição teórica a identificação e orientação para futuras pesquisas no campo de logística 4.0, principalmente ao envolver IoT e *Big Data*. Portanto, infere-se que o estudo realizado alcançou seus objetivos propostos e

respondeu às questões norteadoras da pesquisa. Ademais, lacunas científicas foram identificadas, sendo apresentadas como oportunidades para futuros trabalhos.

4.2 SUGESTÕES PARA CONTINUIDADE DO TRABALHO

Por fim, como oportunidade para explorar de modo mais aprofundado alguns tópicos, sugere-se explorar mais aplicações das tecnologias aplicadas à Logística, seja ela Reversa, Humanitária, Hospitalar, ou até mesmo àquela associada às indústrias, havendo um lapso ainda em todas as áreas, especialmente com estudos de caso.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-BASSET, M.; MANOGARAN, G.; MOHAMED, M. **Internet of things (IoT) and its impact on supply chain: a framework for building smart, secure and efficient systems.** Zagagig: Elsevier, 2018. 15 p.
- AMPARO, R. **A indústria 4.0 e os desafios no Brasil.** São Paulo: IBM, 2019. Disponível em: <https://www.ibm.com/blogs/digital-transformation/br-pt/a-industria-4-0-e-os-desafios-no-brasil/#:~:text=A%20ind%C3%BAstria%204.0%20pode%20at%C3%A9,de%20potencializar%20seus%20impactos%20positivos>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- ANTSAKLIS, P. J.; PASSINO, K. M.; WANG, S. J. **An introduction to autonomous control systems.** Columbus: IEEE, 1991. 9 p.
- BANDYOPADHYAY, B.; SEN, J. **Internet of things: applications and challenges in technology and standardization.** Calcutá: Springer Science+Business Media, 2011. 21 p.
- BARRETO, L.; AMARAL, A.; PEREIRA, T. **Industry 4.0 implications in logistics: an overview.** Pontevedra: Elsevier, 2017. 8 p.
- BITTAR, A.; FREITAS, K.; MIGUEL, P. A adoção das tecnologias digitais nos elos da cadeia de suprimentos. **Revista Mundológica**, Maringá, MAG, v. 75, n. 7, mar./abr. 2020, 6 p.
- BOYACK, K. W.; WYLIE, B. N.; DAVIDSON, G. S. Domain visualization using VxInsight for science and technology management. **Journal of The American Society for Information, Science and Technology**, Albuquerque, Wiley Periodicals Inc, v. 53, n. 9, 2002. 11 p.
- BROLIANI, G. **Viaplan Engenharia aumenta produtividade com o monitoramento da manutenção de 70 veículos.** Curitiba: Mobi7, 2020. Disponível em: <https://www.mobi7.com.br/viaplan-engenharia-aumenta-produtividade-com-monitoramento-da-manutencao/>. Acesso em: 18 jan. 2021.
- CAIXETA-FILHO, J.; MARTINS, R. **Gestão logística do transporte de cargas.** São Paulo: Atlas, 2001.
- CHEN, M.; MAO, S.; LIU, Y. **Big data: a Survey.** Nova Iorque: Springer, 2014. 39 p.
- CLOSS, D. J.; SPEIER, C.; MEACHAM, N. Sustainability to support end-to-end value chains: the role of supply chain management. **Journal of the Academy of Marketing Science**, Nova Iorque, JAMS, v. 39, n. 1, p. 101-116, 2011.
- COMPATANGELO, A. Made in Brasil: por que nossa logística ainda é tão cara? **Revista Mundológica**, Maringá, MAG, v. 75, n. 8, mar./abr. 2020. 5 p.
- COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (CSCMP). **Glossary of terms.** Lombard: CSCMP, 2013. p. 117.

DEHOUSSE, F.; ZGAJEWSKI, T. What is RFID? *In*: DEHOUSSE, F.; ZGAJEWSKI, T. **RFID: new “killer application” in the ict world, new big brother, or both?** Bruxelas: Academia Press, 2009. p. 5-11.

FÉLIX, B. M.; TAVARES, E.; CAVALCANTE, N. W. F. Critical success factors for big data adoption in the virtual retail: Magazine Luiza case study. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, São Paulo, FECAP, v. 20, n. 1, jan./mar. 2018. 16 p.

GEISSBAUER, R.; LÜBBEN, E.; SCHRAUF, S.; PILLSBURY, S. Industry 4.0: global digital operations study 2018: digital champions. Frankfurt am Main: PwC, 2015. Disponível em: <https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/industry4-0/global-digital-operations-study-digital-champions.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2021.

GERMANY TRADE AND INVEST. **Industries 4.0-smart manufacturing for the future**. Berlim: GTAI, 2014. 21 p.

GIL, A. C. Como classificar as pesquisas? *In*: GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002. p. 41-57.

GORODOVITS, R. O admirável mundo novo na gestão de transportes. **Revista Mundológica**, Maringá, MAG, v. 72, n. 3, set./out. 2019. 74 p.

GUEDES, A. P.; ARANTES, A. M.; MARTINS, A. L.; PÓVOA, A. B.; LUÍS, C. A.; DIAS, J. Q.; MENEZES, J.; CARVALHO, J.; FERREIRA, L. M.; CARVALHO, M.; OLIVEIRA, R.; AZEVEDO, S.; RAMOS, T. **Logística e gestão da cadeia de abastecimento**. 2. ed. Lisboa: Sílabo, 2017. 29 p.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. **Design principles for industrie 4.0 scenarios**. Dortmund: IEEE, 2016. 10 p.

HOFFMAN, E.; RÜSCH, M. **Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics**. Zúrique: Elsevier, 2017. 12 p.

HOMPEL, M.; KERNER, S. Logistik 4.0: die vision vom internet der autonomen dinge. **Informatik Spektrum**, Wiesbaden, Springer, v. 3, n. 3, jun. 2015. 6 p.

JARNEVING, B. A comparison of two bibliometric methods for mapping of the research front. **Scientometrics**, Dordrecht, Springer, v. 65, n. 2, 2005.

KAISLER, S.; ARMOUR, F.; ESPINOSA, J.; MONEY, W. **Big data: issues and challenges moving forward**. Maui: IEEE, 2013. 10 p.

KAYIKCI, Y. **Sustainability impact of digitalization in logistics**. Istanbul: Elsevier, 2018. 8 p.

LACERDA, L. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002.

LASI, H. FETTKE, P; KEMPER, H-G; FELD, T.; HOFFMANN, M. Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, Wiesbaden, Springer Fachmedien Wiesbaden, v. 6, s. 4, jun. 2014. 4 p.

LEE, E. **Cyber physical systems: design challenges**. Berkeley: IEEE, 2008. 7 p.

LEE, J.; BAGHERI, B.; KAO, H. **A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems**. Cincinnati: Elsevier, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221384631400025X?via%3Dihub>. Acesso em: 17 jul. 2020.

LI, S.; XU, L. D.; ZHAO, S. **The internet of things: a survey**. Nova Iorque: Springer, 2014. 17 p.

LOUREIRO, R. **Como Arezzo e iFood usaram a mesma tecnologia para crescer na pandemia**. São Paulo: Exame, 2020. Disponível em: <https://exame.com/inovacao/como-arezzo-e-ifood-usaram-a-mesma-tecnologia-para-crescer-na-pandemia/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

MACHADO, L. **iFood melhora sistema de logística com recursos de machine learning**. São Paulo: Decision Report, 2020. Disponível em: <https://www.decisionreport.com.br/destaque/ifood-melhora-sistema-de-logistica-com-recursos-de-machine-learning/#.YBoBm6czaUk>. Acesso em: 15 jan. 2021.

MAGAZINE LUIZA. **Luizalabs**. 2020. Disponível em: <https://ri.magazineluiza.com.br/Show/Luizalabs?zrW63qZDygmEVMe9BMldXQ==>. Acesso em: 18 jan. 2021.

MAJEED, M. A.; RUPASINGHE, T. D. Internet of things (IoT) embedded future supply chains for industry 4.0: an assessment from an ERP-based fashion apparel and footwear industry. **International Journal of Supply Chain Management**, Sheffield, ExcelingTech Pub, v.6, n. 1, mar. 2017. 17 p.

MANYIKA, J.; CHUI, M.; BROWN, B.; BUGHIN, J.; DOBBS, R.; ROXBURGH, C.; BYERS, A. H. **Big data: the next frontier for innovation, competition, and productivity**. Londres: McKinsey Global Institute, 2011. 156 p.

MARKOPOULOS, J. 5 ways the industrial internet will change manufacturing. **Forbes**, São Francisco, nov. 2012. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/ciocentral/2012/11/29/5-ways-the-industrial-internet-will-change-manufacturing/?sh=77766d024201>. Acesso em: 18 dez 2020.

MCDONNELL, T. **Monsanto is using big data to take over the world**. Mother Jones, 2014. Disponível em: <https://www.motherjones.com/environment/2014/11/monsanto-big-data-gmo-climate-change/>. Acesso em: 30 dez. 2020.

MENDONÇA, M. J.; PEREIRA, R. M.; PINNA, B. **Uma análise da produtividade da indústria brasileira**. Brasília: Livraria Ipea, 2020. 22 p.

MENTZER, J. T.; DEWITT, W.; KEEBLER, J. S.; MIN, S.; NIX, N. W.; SMITH, C. D.; ZACHARIA, Z. G. Defining supply chain management. **Journal of Business Logistics**, Bingley, Wiley-Blackwell, v. 22, n. 2, 2001.

MOBI7. **Gestão de frotas para empresas**. Curitiba: Mobi7, 2021. Disponível em: <https://www.mobi7.com.br/solucao-mobi7-gestao-de-frotas/>. Acesso em: 18 jan. 2021.

MOUSTAFA, N.; KESHK, M.; CHOO, K. K. R.; LYNAR, T.; CAMTEPE, S.; WHITTY, M. DAD: a distributed anomaly detection system using ensemble one-class statistical learning in edge networks. **Future Generation Computer Systems**, San Antonio, Elsevier, v. 118, n. 21, p. 240-251, jan. 2021.

NAGY, J.; OLÁH, J.; ERDEI, E.; MÁTÉ, D.; POPP, J. **The role and impact of industry 4.0 and the internet of things on the business strategy of the value chain : the case of Hungary**. Budapeste: MDPI, 2018. 25 p.

NEVES, M. A. Gestão de transportes 4.0. **Revista Mundológica**, Maringá, MAG, v. 72, n. 4, set./out. 2019. 74 p.

OIAN, C. A. **Mapeamento da interface entre os eixos da qualidade 4.0 com os princípios, ferramentas e técnicas da Indústria 4.0**. 2019. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e de Manufatura – Pesquisa Operacional e Gestão de Processos) – Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2019.

PFOHL, H. C.; YAHSI, B.; KURNAZ, T. The impact of industry 4.0 on the supply chain. *In*: HAMBURG INTERNATIONAL CONFERENCE OF LOGISTICS, 10., 2015, Hamburgo. **Proceedings** [...]. Hamburgo: epubli, 2015. p. 31-58.

POLI, G. A.; SAVIANI, T. N.; JÚNIOR, I. G. Logistics 4.0: a systematic review. **Iberoamerican Journal of Project Management**, Capivari, IJoPM, v. 9, n. 2, dez. 2018.

PUROHIT, S. S.; BOTHALE, V. M. **RFID based solid waste collection process**. Thiruvananthapuram: IEEE, 2011. 4 p.

QIN, J.; LIU, Y.; GROSVENOR, R. **A categorical framework of manufacturing for industry and beyond**. Cardiff: Elsevier, 2016. 6 p.

RAJKUMAR, R.; LEE, I.; SHA, L.; STANKOVIC, J. **Cyber-physical systems: the next computing revolution**. California: ACM, 2010.

ROTTA, F. **Indústria 4.0 pode economizar R\$ 73 bilhões ao ano para o Brasil**: os ganhos de eficiência produtiva correspondem a uma economia de R\$ 31 bilhões. Brasília: ABDI, 2017. Disponível em: <https://www.abdi.com.br/postagem/industria-4-0-pode-economizar-r-73-bilhoes-ao-ano-para-o-brasil>. Acesso em: 18 dez. 2020.

SANTOS, H. **Etiqueta RFID: o que é, como funciona e como implementar**. São Paulo: Logstore, 2018. Disponível em: <https://medium.com/logstore/etiqueta-rfid-o-que-%C3%A9-como-funciona-e-como-implementar-d8f42b9a40aa>. Acesso em: 04 fev. 2021.

SEITZ, K. F.; NYHUIS, P. **Cyber-physical production systems combined with logistic models: a learning factory concept for an improved production planning and control.** Garbsen: Elsevier, 2015. 6 p.

SILVA, D. **Indústria 4.0 com foco nos sistemas cyber físicos.** 2018. 45 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Eletrônica) – Campus Ponta Grossa, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

SILVA, F. Q.; SANTOS, E. B. A.; BRANDÃO, M. M.; VILS, L. Estudo bibliométrico: orientações sobre sua aplicação. **BJM Revista Brasileira de Marketing**, São Paulo: REMark, v. 15, n. 2, abr./jun. 2016. 18 p.

SMALL, H. Visualizing science by citation mapping. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, Filadélfia: John Wiley & Sons, v. 50, n. 9, 1999. 15 p.

SOARES, P. B.; CARNEIRO, T. C. J.; CALMON, J. L.; CASTRO, L. O. da C. de O. Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre tecnologia de construção e edificações na base de dados Web of Science. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, ANTAC, v. 16, n. 1, jan./mar. 2016.

STANCIOIU, A. **The fourth industrial revolution “industry 4.0”.** Târgu Jiu: Editora Academica Brâncuși, 2017. 5 p.

THOBEN, K. D.; WIESNER, S.; WUEST, T. “Industrie 4.0” and smart manufacturing: a review of research issues and application examples. **International Journal of Automation Technology**, Bremen, Fuji Technology Press, v. 11, n. 1, 2017. 13 p.

UELZE, R. **Logística empresarial: uma introdução à administração dos transportes.** São Paulo: Pioneira, 1974.

WITKOWSKI, K. **Internet of things, big data, industry 4.0: innovative solutions in logistics and supply chains management.** Zielona Góra: Elsevier, 2017. 7 p.

WOLFERT, S.; GE, L.; VERDOUW, C.; BOGAARDT, M. **Big data in smart farming: a review.** Wageningen: Elsevier, 2017. 12 p.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The global competitiveness report.** World Economic Forum, 2019. 648 p.

XU, L.; HE, W.; LI, S. **Internet of things in industries: a survey.** Pequim: IEEE, 2014. 11 p.

XU, L.; XU, E.; LI, L. Industry 4.0: state of art and future trends. **International Journal of Production Research**, Mineápolis, Taylor & Francis Group, v. 56, n. 8, p. 2941-2962, mar. 2018.

ZHANG, Y.; REN, J.; LIU, J.; XU, C.; GUO, H.; LIU, Y. A survey on emerging computing paradigms for big data. **Chinese Journal of Electronics**, Changsha, Chinese Institute of Electronics, v. 26, n. 1, jan. 2017.

ZHONG, R. Y.; NEWMANN, S.; HUANG, G.; LAN, S. **Big data for supply chain management in the service and manufacturing sectors: challenges, opportunities, and future perspectives**. Auckland: Elsevier, 2016. 20 p.

ZHU, D.; PORTER, A.; CUNNINGHAM, S.; CARLISIE, J.; NAYAK, A. **A process for mining science & technology documents databases, illustrated for the case of “knowledge discovery and data mining”**. Atlanta: Technology Policy & Assessment Center, 1999. 8 p.

ZUCHELLI, L. Logística de medicamentos de alta complexidade. **Revista Mundológica**, Maringá, MAG, v. 74, n. 4, jan. 2020.

ZUPIC, I.; ČATER, T. Bibliometric methods in management and organization. **Organizational Research Methods**, Liubliana, SAGE, v. 18, n. 3, 2015.