

A RASTREABILIDADE NA INDÚSTRIA 4.0: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Joana Darc Teodoro Bonaldi (Universidade Federal de Itajubá)
joanateo@gmail.com

Leonardo Lourenço de Souza (Universidade Federal de Itajubá)
leo.lourenco93@gmail.com

Juliana Helena Daroz Gaudencio (Universidade Federal de Itajubá)
juliana.gaudencio@unifei.edu.br



Com o advento da Indústria 4.0 e a abordagem de um sistema de produção conectada através de tecnologias emergentes, a adoção de um sistema de rastreabilidade aumentou significativamente, sendo um passo essencial dessa nova era industrial. O presente trabalho tem como objetivo compreender o que está sendo discutido sobre a rastreabilidade e seus sistemas no contexto da Indústria 4.0. Como método, adotou-se uma revisão sistemática de literatura conduzida com base no protocolo PRISMA, abrangendo as bases de dados Scopus e Web of Science, que permitiu a seleção dos artigos mais relevantes acerca dessa temática. A partir disso, realizou-se uma análise bibliométrica das publicações, assim como uma análise qualitativa dos artigos selecionados para a revisão. Com os resultados, percebe-se o crescimento do número de publicações sobre o tema nos últimos anos. Também, que a implantação do sistema de rastreabilidade requer o máximo de integração dos processos e para isso diversos meios de rastreabilidade são utilizados como RFID, etiquetas inteligentes, NFC, BLE e outros. Além disso, diversas tecnologias como o blockchain, IoT, VANTs, Nuvem e sistemas ciber-físicos contribuem para que essa automação e flexibilidade dos processos na cadeia de produção seja mais fechada e produtiva, permitindo que todos os setores se comuniquem de forma integrada e ágil.

Palavras-chave: Análise bibliométrica, Indústria 4.0, Rastreabilidade, RSL.

1. Introdução

Com o avanço tecnológico, a competitividade de mercados nos dias atuais e a alta competitividade no nível global, as empresas precisam acompanhar toda evolução tecnológica, com estudos de melhorias de processo e rápida resolução de problemas, a fim de diminuir custos e aumentar a qualidade dos produtos em um ambiente organizacional competitivo.

As revoluções industriais começaram a ocorrer a partir do século XVIII, e até hoje foram concluídas três destas. Junto dessas revoluções surgiram uma série de avanços tecnológicos que aumentaram a produtividade das organizações envolvidas, ao reduzir os custos de produção e aumentar a eficiência, por meio da introdução de tecnologias envolvendo a mecanização a vapor, a eletricidade, a eletrônica e a tecnologia de informação (RANGEL *et al.*, 2019).

A Indústria 4.0, como uma revolução industrial, tem a finalidade de promover modificações comportamentais no modo e método em que empresas, negócios e pessoas entendem e manipulam os benefícios tecnológicos herdados da terceira revolução tecnológica. Esta também é capaz de unir, integrar e virtualizar continuamente os sistemas, as pessoas, os processos e ambientes uns com os outros, sendo responsável pela transição entre o mundo real e o virtual (RÜTTIMANN; STOCKLI, 2016).

A rastreabilidade vem com o propósito de facilitar as respostas para os problemas encontrados ao longo do processo e tenham um melhor controle e acompanhamento para que tais falhas não cheguem até o cliente final. Com o advento da Indústria 4.0 e a abordagem de um sistema de produção conectada através de sistemas ciberfísicos, *Internet das Coisas (IoT)* e *Big Data*, a adoção da rastreabilidade em seus processos aumentou significativamente, sendo um passo essencial no caminho para a implementação total dessa nova era industrial.

Baseado nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo compreender o que está sendo discutido sobre a rastreabilidade e seus sistemas no contexto da Indústria 4.0. Para isso, realizou-se uma Revisão Sistemática de Literatura conduzida pelo método PRISMA para a seleção dos artigos, que permitiu realizar uma análise bibliométrica das publicações e uma análise qualitativa dos artigos incluídos para revisão.

O trabalho está organizado em cinco seções: a seção 2 apresenta uma fundamentação teórica sobre a Indústria 4.0 e a rastreabilidade e a seção 3 descreve os procedimentos metodológicos aplicados para a coleta e análise dos dados da revisão. Já a seção 4 apresenta uma análise descritiva e exploratória do campo científico estudado por meio da análise bibliométrica e a análise temática dos artigos selecionados. E por fim, na seção 5 apresenta-se as considerações finais.

2. Referencial teórico

2.1 Indústria 4.0

A Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0, é um conceito que iniciou suas discussões em 2011 na feira de *Hannover*, na Alemanha, como uma das principais iniciativas do governo alemão para assumir a liderança em inovação tecnológica. Desde então, inúmeras publicações acadêmicas, artigos e conferências estão discutindo esse assunto (BAUERNHANSL, TEN HOMPE; VOGEL-HEUSE, 2014; SCHWAB, 2016)

A Indústria 4.0 surge através do conceito de vários desenvolvimentos tecnológicos envolvendo produtos e processos (SCHMIDT *et al.*, 2015). Segundo Schwab (2016), trata-se de um fenômeno no qual tecnologias emergentes do mundo físico, digital e biológico convergem para revolucionar as cadeias de valores globais, gerando disruptura nos modelos de negócios, remodelando produção, distribuição e consumo, e está causando mudanças na forma de viver, trabalhar e de se relacionar.

Essa quarta revolução industrial é vista como um conjunto de iniciativas para melhorar processos, produtos e serviços que permitem decisões descentralizadas com base na aquisição de dados em tempo real (CEFRIO, 2016). Já Kohler e Weisz (2016) consideram como uma nova abordagem para controlar a produção, fornecendo sincronização de fluxos em tempo real e permitindo a produção unitária e personalizada.

Rüßmann *et al.* (2015) identificou nove tecnologias principais associadas à Indústria 4.0, são elas: Robôs autônomos, Simulação, Integração horizontal e vertical de sistemas, Internet das coisas (*IoT*), Nuvem, Manufatura aditiva, Realidade aumentada, *Big data* e Cibersegurança. Cada uma das tecnologias propostas melhora vários aspectos da produção, incluindo planejamento de operação, manutenção de equipamentos e gerenciamento de estoque (ROSIN, 2019).

Esta nova revolução industrial promete maior eficácia operacional, ganhos de produtividade, crescimento, qualidade e melhoria da competitividade, bem como o desenvolvimento de novos modelos de negócios, serviços e produtos (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; KAGERMANN, 2014).

2.2 Rastreabilidade

A Rastreabilidade é um dos meios encontrados para garantir o cumprimento e a melhoria contínua do processo baseado nas exigências da NBR ISO 9001:2015. Por meio de requisito dessa norma, a rastreabilidade é uma exigência que deve ser atendida nas empresas que

possuem o Sistema de Gestão da Qualidade implementado. Cada empresa, em sua totalidade, adota o processo de rastreabilidade conforme as suas adequações. Diante dessas informações, a norma diz: “A organização deve controlar a identificação única das saídas quando a rastreabilidade for um requisito, e deve reter a informação documentada necessária para possibilitar rastreabilidade” (ABNT NBR ISO 9001:2015).

De acordo com Feigenbaum (1994), a rastreabilidade é um sistema importante e um requisito necessário na qualidade do produto, que engloba a documentação da engenharia, da produção e do “histórico” da distribuição de produtos, permitindo a rastreabilidade do produto em todo o processo. Desse modo, podem considerar as tendências da qualidade e adotar a ação corretiva ágil em casos extremos, como por exemplo, recolher o produto com custo mínimo.

Segundo Mello *et al.* (2008), a rastreabilidade fornece informações sobre o ciclo de vida do produto, pois colhem e armazenam um grande volume de informações durante o processo produtivo, tais como as especificações da peça, suas medidas e conformidade com as normas de qualidade, o lote de fabricação, e dentre outros. Para Kloster (2003), a identificação da peça pelo código de rastreabilidade é única e representa segurança aos clientes, garantindo que a mesma passou por controles rigorosos antes de chegar à sua mão. Olsen e Borit (2013) dizem que a rastreabilidade é a capacidade de obter qualquer ou todas as informações relacionadas ao que está sendo considerado, ao longo de todo o seu ciclo de vida, por meio de identificações registradas.

Tecnologias de identificação são utilizadas na rastreabilidade como a Identificação por Radiofrequência (RFID) e os códigos de identificação impressos que são símbolos que representam a identificação de produtos, unidades logísticas, documentos, cargas e serviço (METZNER; CUGNASCA, 2015). O código de barras, *DATAMATRIZ* e o *QR-Code* são alguns exemplos de códigos de identificação impressos com símbolos que facilitam a captura de dados pelos leitores, podendo automatizar o processo e aumentar a eficiência, o controle e a confiabilidade do sistema ao qual está integrado.

3. Metodologia

Com o objetivo de compreender o estado da arte dos sistemas de rastreabilidade no contexto da Indústria 4.0, o presente estudo apresenta como procedimento metodológico a Revisão Sistemática de Literatura (RSL). Segundo Moher *et al.* (2009), a RSL trata-se de uma revisão de uma questão claramente formulada buscando identificar, selecionar e avaliar criticamente

estudos relevantes, além de coletar e analisar dados das pesquisas incluídas na revisão por meio de métodos sistemáticos e explícitos.

Diferente das revisões narrativas tradicionais, as revisões sistemáticas seguem um processo replicável, científico e transparente, de forma a compreender o estado da arte e aumentar o rigor metodológico, minimizando os possíveis vieses na busca de estudos publicados na literatura sobre o tema estudado (TRANFIELD; DENYER, SMART, 2003).

O presente estudo, embasou a revisão sistemática de literatura utilizando o protocolo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*), proposto por Moher *et al.* (2009). Este método ajuda a orientar pesquisadores na produção científica baseada em evidência e é representado por um fluxograma dividido em quatro partes, sendo elas: (i) Identificação, (ii) Seleção, (iii) Elegibilidade, e (iv) Inclusão.

Na etapa Identificação, considerando que o termo Indústria 4.0 surgiu publicamente em 2011 na Alemanha na feira de *Hannover*, foram feitas buscas nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* de artigos científicos publicados nos últimos 12 anos, no dia 11 de abril de 2022. A escolha dessas bases de dados é devido a sua maior abrangência temporal de estudos na literatura, com periódicos de alto impacto e por possuírem ferramentas eficazes na busca de trabalhos científicos (CHADEGANI *et al.*, 2013).

No Quadro 1 mostra os parâmetros utilizados para esta pesquisa.

Quadro 1 - Parâmetros de pesquisa

Termo de pesquisa (ABS, TITLE OR KEYWORDS)	Grupo 1	"4th industrial revolution" OR "fourth industrial revolution" OR "industrie 4.0" OR "smart manufacturing" OR "smart industry" OR "smart factory" OR "advanced manufacturing" OR "industry 4.0"
	Grupo 2	"traceability" OR "traceability system"
Fórmula de pesquisa	Grupo 1 AND Grupo 2	
Língua	Inglês	
Tipo de publicação	<i>Journals</i> e <i>Conference Paper</i> , exceto livros, capítulos de livros, entre outros tipos de documentos	
Fase de publicação	Final	
Anos de publicação	A partir de 2011	

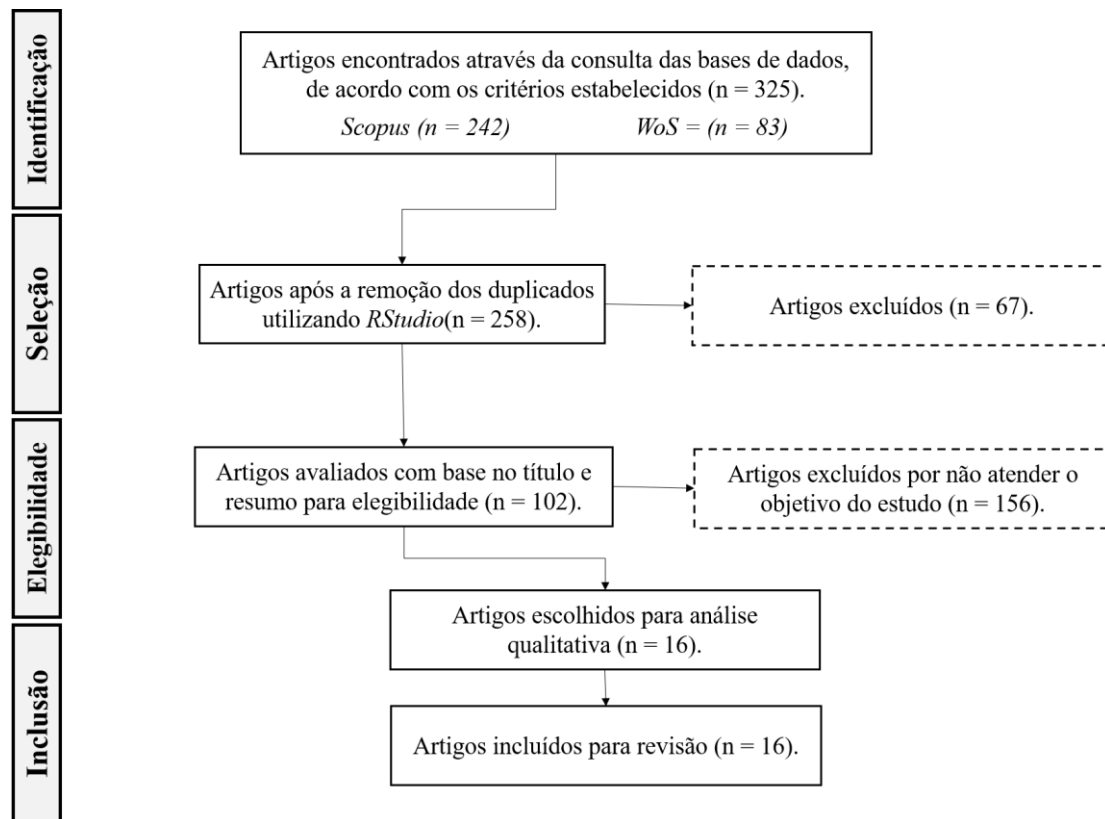
Fonte: Autor (2022)

Nessa primeira etapa, com os parâmetros de pesquisa definidos, foram localizados 325 artigos nas bases científicas. Na etapa de Seleção, toda a compilação e análise dos dados foi realizada através de um *software* estatístico *RStudio* com auxílio do pacote *bibliometrix*, o qual foram

removidos todos os artigos duplicados ou com texto completo indisponível. Após essa etapa, ficou definida uma amostra de 258 artigos para a análise bibliométrica, que permite obter uma visão geral das publicações relacionadas aos temas com foco em rastreabilidade na Indústria 4.0. Na terceira etapa do fluxograma, realizou-se a análise de Elegibilidade por meio da leitura do título e resumo dos artigos selecionados, excluindo da amostra 156 estudos que não eram condizentes com o objetivo do trabalho ou que estavam duplicados. A quarta e última etapa do método PRISMA, é a Inclusão, momento em que é estabelecida uma amostra final de 16 artigos, utilizados na análise qualitativa e revisão.

A Figura 1 apresenta o fluxograma das etapas adotadas nesta revisão sistemática de literatura.

Figura 1 - Fluxograma do método PRISMA



Fonte: Autor (2022)

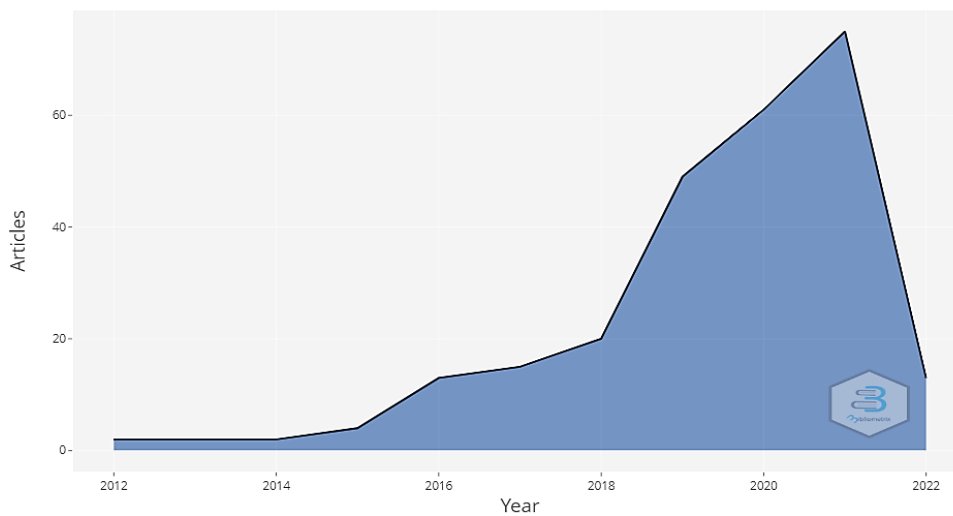
4. Resultados e discussões

4.1 Análise bibliométrica

Através da análise realizada com o auxílio do pacote *bibliometrix*, foi possível obter indicadores de publicação, autores, periódicos, países e principais palavras-chave em que foram publicados os artigos selecionados como amostra de estudo. Para Vanti (2002), a bibliometria baseia-se numa abordagem quantitativa e estatística de artigos encontrados para a fundamentação teórica de uma pesquisa, onde é mapeado o cenário científico atual de um tema.

Como citado anteriormente, foram analisados 258 artigos publicados em 167 diferentes periódicos, sendo 9,54 a média de citações por documento. Os artigos publicados compreendem um horizonte temporal de 2012 até 2022 com uma taxa anual de crescimento percentual da produção científica de 20,58 %, o que indica um crescimento constante. Vale ressaltar que o ano de 2022 ainda não foi encerrado e, por isso, não teve todas suas publicações divulgadas. Na Figura 2 é apresentado o número de publicações sobre o tema ao longo do tempo.

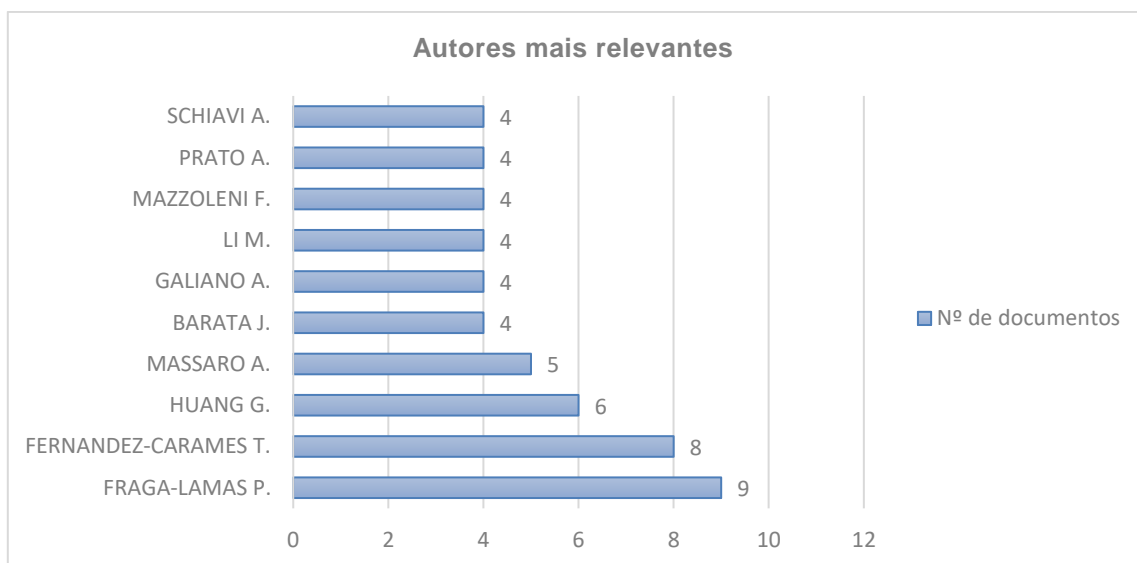
Figura 2 - Número de artigos publicados por ano



Fonte: Autor (2022)

Em associação, 871 autores compõem a amostra e o índice de colaboração entre eles é de 3,57, uma média de três autores por artigo. Na Figura 3 são apresentados os 10 autores com maior número de publicações na amostra.

Figura 3 - Autores com maior número de publicações



Fonte: Autor (2022)

Tabela 1 - Análise descritiva dos Países

Países	Citações	Publicações	Publicações sem colaboração	Publicações com colaboração
HONG KONG	126	6	5	1
ESPAÑA	435	14	13	1
CHINA	267	16	15	1
REINO UNIDO	221	8	6	2
EUA	142	15	13	2
ITÁLIA	129	15	13	2
INDIA	128	6	6	0
CORÉIA	110	7	5	2
GRÉCIA	73	4	4	0
ALEMANHA	54	21	19	2

Fonte: Autor (2022)

Observa-se que a Espanha é o país com maior quantidade de citações no tema, com 435 citações e a Alemanha com maior quantidade de publicações, com 21 documentos. No entanto, deve-se acrescentar que a Espanha possui 7,14% dos artigos com colaboração internacional, isto é, publicações em que existem co-autores de outras nacionalidades, enquanto Alemanha possui 9,52%. O país com maior proporção de colaboração internacional nesta amostra corresponde a Coreia com uma taxa de colaboração de 28,57%. Em se tratando do Brasil, o país está posicionado na 13ª colocação, com um total de 42 citações, 3 artigos e sem colaboração internacional.

Em relação ao número de publicações por periódicos, a maior quantidade de artigos da amostra, 10 artigos, está no “*IEEE Access*”, seguido por 7 artigos no “*Sensors*”, ambos com Índices H igual a 7. No mesmo sentido, o *Qualis Scopus* desses dois periódicos foi muito bem avaliado, uma vez que são classificados *Qualis A2* e *A1*, respectivamente. Já a instituição com maior quantidade de artigos publicados no tema é a Universidade de Corunha, uma instituição pública localizada na Espanha, com um total de 14 artigos publicados. Cabe ressaltar que os dois autores com maior número de publicações no tema pesquisado, o Fraga-Lamas e Fernández-Caramés, conforme evidenciado na figura 3, pertencem a Universidade da Corunha.

4.2 Análise temática

A quarta revolução industrial é um ambiente que combina manufatura com a Internet das Coisas e sistemas ciber-físicos. Para Bougdira, Akharraz e Ahaitouf (2020), nesse ambiente, produtos inteligentes, agentes inteligentes e sensores geram uma quantidade crescente de dados, o que é essencial para uma rastreabilidade eficaz. Devido a essas diversas fontes, superar o problema da integração de dados e o desafio da interoperabilidade devem ser enfrentados em um sistema de rastreabilidade. Também, incorporar essas informações em uma ferramenta de rastreabilidade é motivada pela exigência de ter acesso a uma quantidade máxima de dados precisos do produto.

Os autores propõem, em seu estudo, aproveitar as informações da indústria 4.0 e defendem que a rastreabilidade não deve apenas permitir o rastreamento, mas também garantir a qualidade e a segurança do produto. A proposta é uma rastreabilidade inteligente, um sistema baseado em ontologia e um aplicativo baseado em nuvem, visando facilitar o raciocínio sobre dados de rastreabilidade e fornecer aos usuários uma base de conhecimento comum para acesso e representação dos dados. Além disso, permite aos usuários compartilhar e consultar remotamente as informações rastreáveis usando a nuvem (BOUGDIRA; AKHARRAZ; AHAITOUF, 2020).

Essa nova era industrial abriu caminho para um mundo onde fábricas inteligentes, através do uso de algumas das mais recentes tecnologias emergentes, automatizarão e atualizarão muitos processos. Fernández-Caramés *et al.* (2019), em seu artigo, apresenta um projeto e avaliação de um sistema baseado em Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) visando automatizar tarefas de inventário e manter a rastreabilidade de itens industriais anexados a etiquetas de identificação por radiofrequência (RFID). Os VANTs realizam tarefas que constituem uma das bases da Indústria 4.0: coletar o máximo de dados possível de vários locais dinamicamente, além de armazenar, processar e trocar informações com fornecedores ou com dispositivos implantados em fábricas.

Os sistemas RFID vem ganhando espaço com os sistemas de rastreabilidade industrial. Estes permitem a identificação automática e independente de objetos e pessoas, principalmente em ambientes internos. Esta tecnologia baseia-se na comunicação entre *tags* e leitores, por meio de antenas, e no envio e recebimento de uma identificação única por meio de ondas de rádio (DENUWARA; MAIJALA; HAKOVIRTA, 2019). Segundo Škiljo *et al.* (2020), as limitações da tecnologia RFID aparecem nas restrições eletromagnéticas: as propriedades de radiação de antenas e fenômenos de propagação.

Uma evolução do RFID é o *Near-Field Communications* (NFC), que é dedicado mais para comunicações de curta distância (menos de 30 centímetros) e tem sido utilizada em aplicações de inventário. Em especial, esses dispositivos NFC podem mudar suas funções, atuando em alguns instantes como leitores e posteriormente como *tags*, o que agrega flexibilidade nas comunicações (COKSUN; OK; OZDENIZCI, 2012).

A rastreabilidade na cadeia de suprimentos, tradicionalmente, tem sido gerenciada usando tecnologias como RFID, mas a tecnologia *blockchain* dá um avanço, permitindo uma nova era de transparência de ponta a ponta no sistema global da cadeia de suprimentos, onde as partes interessadas podem compartilhar informações rapidamente e com confiança em uma rede forte e confiável. Muito popular em várias áreas como a finanças, ele pode melhorar sua “rastreabilidade”, sua segurança de dados, privacidade, integridade, robustez, transparência, confiabilidade, além de fornecer sustentabilidade a longo prazo e uma maior eficiência operacional para toda a indústria. Além disso, o uso de contratos inteligentes proporciona um menor custo de transação com um contrato confiável monitorado sem a intervenção de terceiros. A tecnologia *blockchain* pode oferecer uma plataforma descentralizada perfeita, onde todas as informações podem ser registradas, rastreados e gerenciados com segurança (FRAGA-LAMAS; FERNÁNDEZ-CARAMÉS, 2019).

Outro exemplo de aplicação de um sistema de rastreabilidade na indústria 4.0, é de Barata *et al.* (2018), em produtos cerâmicos. A rastreabilidade foi integrada a um sistema de execução de manufatura em um protótipo MES (*Manufacturing Execution System*) baseado em nuvem. Os autores utilizaram diversos dispositivos como dispositivos móveis, códigos de resposta rápida e RFID, onde essas tecnologias geravam dados heterogêneos e para que houvesse um sistema de rastreabilidade eficaz, os dados deveriam ser coletados e usados de forma adequada.

Um dos desafios da Indústria 4.0 é a criação de redes verticais que conectam equipes de *design*, fornecedores e *front office* com sistemas de produção inteligente. Para alcançar essa visão, as informações devem ser coletadas de máquinas e produtos em uma fábrica inteligente, definidas como fábricas flexíveis e totalmente conectadas, sendo capazes de fazer uso de fluxos constantes de dados de operações e sistemas de produção (FRAGA-LAMAS *et al.* 2016). Nesses cenários, a maneira mais comum de identificar e rastrear objetos é adicionar etiquetas ou *tags*, que evoluíram notavelmente nos últimos anos: de rótulos manuscritos puros a códigos de barras, *QR-Code* e etiquetas RFID. A última tendência nesta evolução são as etiquetas inteligentes que além de identificadores com algum tipo de armazenamento interno, possuem *tags* sofisticadas com reconhecimento de contexto com módulos incorporados que fazem uso

de comunicações sem fio, telas com eficiência energética e sensores (FERNÁNDEZ-CARAMÉS; FRAGA-LAMAS, 2018).

Segundo Fernández-Caramés e Fraga-Lamas (2018), essas etiquetas inteligentes vão além da identificação e são capazes de detectar e reagir ao ambiente ao redor. Quando *IoT* é aplicado a rótulos inteligentes anexados a objetos, eles podem ser detectados remotamente e reconhecidos por outros sistemas da Indústria 4.0, o que permite que tais sistemas respondam na presença de rótulos inteligentes, desencadeando eventos específicos ou realizando uma série de ações sobre eles. A quantidade de interações possíveis é infinita e gera cenários industriais sem precedentes, onde os itens podem trocar informações entre si e com ferramentas, máquinas, computadores remotos ou trabalhadores.

Existem outras tecnologias que, apesar de serem concebidas como tecnologias de comunicação, também podem fornecer mecanismos de identificação. Por exemplo, *Bluetooth Low Energy* (BLE), também conhecido como *Bluetooth Smart*, é uma tecnologia genérica de *Wireless Personal Area Network* (WPAN) que geralmente não atinge mais de 10 metros quando usada através de *smartphones* ou até 100 metros em aplicações industriais. Existem diversos perfis de BLE e dispositivos específicos chamados *beacons* que podem ser úteis em determinadas aplicações de inventário e rastreabilidade, bem como em locais internos e aplicações *IoT*, uma vez que transmitem um sinal periódico a ser localizado e identificado (FRAGA-LAMAS *et al.* 2016).

5. Considerações finais

Este artigo teve como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura sobre a rastreabilidade no contexto da Indústria 4.0, utilizando o método PRISMA. Devido ao alto nível tecnológico da quarta revolução industrial, o uso de informações torna-se crucial para explorar todos os benefícios do armazenamento e da integração de dados. A partir dessa tática de reunir dados de fontes heterogêneas de modo a produzir informações importantes, que a rastreabilidade se torna uma aliada importante para captar e estruturar informações importantes em todo o processo da cadeia de suprimentos, desde da matéria prima até a chegada ao consumidor final. Dessa forma, as organizações são capazes de identificar falhas e otimizar seus processos, melhorar o controle e aumentar a produtividade, além de diminuir custos e garantir a segurança de um produto de qualidade.

Os indicadores bibliométricos apresentou uma análise descritiva das principais informações da amostra, os autores, principais palavras-chave, países com mais publicações sobre o tema e os

periódicos e instituições mais relevantes. Em uma amostra de 258 artigos publicados, os autores Fraga-Lamas e Fernández-Caramés são os que mais publicaram sobre essa temática, além de figurarem como os autores com maior índice H e pertencerem a instituição com maior quantidade de artigos publicados, a Universidade de Corunha. Acerca do tema, a Espanha é o país com maior quantidade de citações e a Alemanha com maior quantidade de publicações, sendo os periódicos *IEEE Access* e *Sensors*, os mais relevantes.

Buscou-se analisar a temática dos artigos selecionados na revisão. Percebe-se que a implantação do sistema de rastreabilidade exige total integração dos processos e para isso diversos meios de rastreabilidade são utilizados como RFID, etiquetas inteligentes, NFC, BLE e outros. Além disso, diversas tecnologias emergentes como o *blockchain*, *IoT*, VANTs, Nuvem e sistemas ciber-físicos contribuem para que essa automação e flexibilidade dos processos na cadeia de produção seja mais fechada e produtiva, permitindo que todos os setores se comuniquem de forma integrada e ágil.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 9001:2008: **Sistemas de gestão da qualidade - requisitos**. Rio de Janeiro, 2008.

BAUERNHANSL, T.; TEN HOMPEL, M.; VOGEL-HEUSE, B. **Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik- Anwendung, Technologien und Migration**. Alemanha: Springer Vieweg, 2014.

BARATA J. *et al.* Product traceability in ceramic industry 4.0: a design approach and cloud-based MES prototype. **Advances in information systems development**. Springer, Cham, v. 26 p. 187–204. 2018.

BOUGDIRA, Abdesselam; AKHARRAZ, Ismail; AHAITOUF, Abdelaziz. The traceability proposal for industry 4.0. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, [s. l.], v. 11, p. 3355-3369, 2020.

CEFRIO. **Prendre part à la révolution manufacturière? Du rattrapage technologique à l'Industrie 4.0 chez les PME**. Montreal: CEFRIO, 2016.

CHADEGANI, A. A. *et al.* A comparison between two main academic literature collections: Web of science and scopus databases. **Asian Social Science**, v. 9, n.5, p. 18–26, 2013.

COKSUN V.; OK, K.; B. OZDENIZCI, B. **Near Field Communications: From Theory to Practice**. 1st ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2012.

DENUWARA, N.; MAIJALA, J.; HAKOVIRTA, M. Sustainability benefits of RFID technology in the apparel industry. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 11, n. 22, p. 1–14, 2019.

FEIGENBAUM, A.V. **Controle da Qualidade Total - Gestão e sistemas**. Vol 1, Makron Books do Brasil, Editora Mcgraw-Hill Ltda, São Paulo, 1994.

FERNÁNDEZ-CARAMÉS, T. M. *et al.* Towards an Autonomous Industry 4.0 Warehouse: A UAV and Blockchain-Based System for Inventory and Traceability Applications in Big Data-Driven Supply Chain Management. **Sensors**, [s. l.], v. 19, n. 10, 2019.

FERNÁNDEZ-CARAMÉS, T. M.; FRAGA-LAMAS, P. A Review on Human-Centered IoT-Connected Smart Labels for the Industry 4.0. **IEEE Access**, [s. l.], v. 6, p. 25939–25957, 2018.

FRAGA-LAMAS, Paula et al. Smart Pipe System for a Shipyard 4.0. **Sensors**, [s. l.], v. 16, n. 12, 2016.

FRAGA-LAMAS, Paula; FERNÁNDEZ-CARAMÉS, Tiago M. A Review on Blockchain Technologies for na Advanced and Cyber-Resilient Automotive Industry. **IEEE Access**, [s. l.], v. 7, p. 17578–17598, 2019.

KAGERMANN, H. Chancen von industrie 4.0 nutzen. In: Bauernhansl T.; ten Hompel M.; Vogel-Heuser B. (Eds). **Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik**. Wiesbaden, Alemanha: Springer Vieweg. p.603- 614., 2014.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0: final report of the industrie 4.0**. Frankfurt, Alemanha, 2013.

KLOSTER, N.J.A. **O aprendizado na implantação de um sistema para avaliação da conformidade e certificação de produtos: um estudo de caso**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis/SC, 2003.

KOHLER, D.; WEISZ, J. D. **Industry 4.0: Challenges of Digital Transformation for the German Industrial Model**. Paris: La Documentation Française, 2016.

MELLO, C.H.P.; SILVA, C.E.S.; TURRIONI, J. B.; SOUZA, L.G.M. **ISO 9001:200 – Sistema de Gestão da Qualidade Para Operações de Produção e Serviços**. Editora Atlas. São Paulo, 2008.

METZNER, V. C. V.; CUGNASCA, C. E. Modelo de Rastreabilidade de Medicamentos Usando RFID e o Conceito de Internet das Coisas. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 35., 2015., **Anais eletrônicos...** Fortaleza-CE, 2015.

MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. **PLOS Medicine**, v. 6, n.7, 2009.

OLSEN P.; BORIT M. How to define traceability. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 142–150, 2013

RANGEL Y. L. *et al.* Análise Bibliométrica Da Indústria 4.0: Traçando Tendências Para O Futuro. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 39., 2019, **Anais eletrônicos...** Santos - SP, 2019.

ROSIN F. *et al.* Impacts of Industry 4.0 technologies on Lean principles. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. n6, p. 1644-1661, 2019.

RÜßMANN, M., *et al.* Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. **BCG - Boston Consulting Group**, 2015.

RÜTTIMANN, B.; STOCKLI, M. Going Beyond Triviality: The Toyota Production System-Lean Manufacturing beyond Muda and Kaizen. **Journal of Service Science and Management**, v.9, n.6, p. 140-149, 2016.

SCHMIDT, R. *et al.* Industry 4.0- potentials for creating smart products: empirical research results. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUSINESS INFORMATION SYSTEMS (BIS), 18., 2015, Poznán, Polónia. **Proceedings...**[s.l.]: Springer International Publishing, p.16-27, 2015.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.

ŠKILJO, Maja *et al.* Analysis of passive RFID applicability in a retail store: What can we expect? **Sensors (Switzerland)**, [s. l.], v. 20, n. 7, 2020.

SONG, Y. *et al.* Exploring two decades of research on classroom dialogue by using bibliometric analysis. **Computers in Education**, v. 137, p. 12–31, 2019.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British Journal of Management**, v. 14, p. 207–222, 2003.

VANTI, N. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 31, p. 152-162, 2002.