ConBRepro
X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
EVENTO ON-LINE
02 a 04 de dezembro 2020

Abordagens conceituais da Indústria 4.0

Thales Volpe Rodrigues
Engenharia de Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Ponta Grossa, PR
Carlos Henrique Fernades
Engenharia de Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Ponta Grossa, PR
Lo-Ruana Karen Amorim Freire Sanjulião
Engenharia de Produção – Universidade do Estado de Minas Gerais, Passos, MG

Resumo: O termo Indústria 4.0, apresentado pela primeira vez em uma feira em Hanôver em 2011, refere-se à Quarta Revolução Industrial, que ganha força nas organizações, principalmente no gerenciamento das cadeias de valor. A partir de então a literatura acadêmica tem prestado uma atenção crescente a esse tópico. No entanto, esse fenômeno ainda não está bem definido. Há uma confusão para entender o que é a Indústria 4.0. Consequentemente, este estudo tem como objetivo discutir sobre as principais definições existentes da Indústria 4.0. Contribuindo com um entendimento abrangente sobre o conceito Indústria 4.0. Para revisão de literatura foram utilizadas as metodologias PRISMA e Snowball, que possibilitaram encontrar os trabalhos mais relevantes para a pesquisa. A investigação dos artigos possibilitou analisar as principais definições fornecidas pelos vários autores na Indústria 4.0, estabelecendo uma definição consensual entre eles. A principal limitação da pesquisa foi que diversos autores utilizam o CPS para definir Indústria 4.0. Assim os resultados desta revisão podem ser usados como base para pesquisas futuras na Indústria 4.0 e tópicos relacionados.

Keywords: Indústria 4.0, Sistemas Ciber-Físicos, Quarta Revolução Industrial

Conceptual approaches to Industry 4.0

Abstract: The term Industry 4.0, first presented at a fair in Hanover in 2011, refers to the Fourth Industrial Revolution, which gains strength in organizations, mainly in the management of value chains. Since then, academic literature has been paying increasing attention to this topic. However, this phenomenon is not yet well defined. There is confusion in understanding what Industry 4.0 is. Consequently, this study aims to discuss the main existing definitions of Industry 4.0. Contributing to a comprehensive understanding of the Industry 4.0 concept. For literature review, the PRISMA and Snowball methodologies were used, which made it possible to find the most relevant works for the research. The investigation of the articles made it possible to analyze the main definitions provided by the various authors in Industry 4.0, establishing a consensual definition between them. The main limitation of the research was that several authors use the CPS to define Industry 4.0. Thus the results of this review can be used as a basis for future research in Industry 4.0 and related topics

Keywords: Industry 4.0, Cyber-Physical Systems, Fourth Industrial Revolution

1. Introdução

O desenvolvimento do mercado e a crescente competitividade levaram ao surgimento da chamada Quarta Revolução Industrial (PICCAROZZI; AQUILANI; GATTI, 2018), que é baseada no desenvolvimento de uma produção totalmente automatizada e inteligente, capaz de se comunicar autonomamente com os principais atores corporativos (LI; HOU; WU, 2017). Esse novo paradigma, também chamado de Indústria 4.0, é baseado na digitalização avançada de fábricas, Internet e em tecnologias orientadas para o futuro (LASI et al., 2014).

A Indústria 4.0 é um termo genérico para um novo paradigma industrial que abrange um conjunto de desenvolvimentos industriais futuros relacionados às tecnologias facilitadoras (WEYER et al., 2015). Essa abordagem reunirá os mundos físico e digital através da tecnologia Ciber Físicas (CPS), que permitirão a melhoria da produtividade e eficiência entre as empresas que estão adotando esse novo paradigma de fabricação (ZHOU; LIU; ZHOU, 2015). Por sua vez, esse novo paradigma 4.0 vem atraindo a atenção e interesse de pesquisadores, órgãos governamentais e indústrias no geral, resultando em um número crescente de publicações sobre esse tópico. Porém, ainda falta estabelecer uma definição clara desse conceito, para tornar a comunicação mais eficaz entre os pesquisadores e facilitar a implementação da Indústria 4.0 (DA SILVA et al., 2019). O entendimento desse fenômeno é importante devido aos seus benefícios significativos para a sociedade e indústrias (ALMADA-LOBO, 2016).

Segundo Jazdi (2014), o termo ainda está sendo pesquisado e são necessários estudos mais relevantes para entender o conceito efetivamente. Assim o objetivo deste artigo é discutir sobre as principais definições existentes da Indústria 4.0 e propor uma definição comum para o termo. Contribuindo com um entendimento abrangente sobre esse conceito. Para alcançar tal objetivo, esta investigação consiste em: Identificar dos principais artigos e estudos sobre esse conceito e a comparação entre as diferentes teorias e pontos de vista; Identificar e analisar as definições da Indústria 4.0, dos artigos encontrados.

Este artigo está estruturado em quatro seções. Após esta introdução sobre o fenômeno Indústria 4.0, a seção 2 explica a metodologia de pesquisa utilizada para identificar os trabalhos mais relevantes para revisão. A seção 3 fornece uma definição abrangente sobre esse conceito, apresentando as visões e definições da Indústria 4.0. Por fim, a seção 4 tira as principais conclusões sobre o conceito Indústria 4.0.

2. Referencial Teórico

2.1 Através das revoluções industriais

Em um contexto histórico as revoluções industrias ocorreram devido a necessidade de adaptação das organizações a demanda crescente de seu período, visando assim um aumento de produtividade industrial. Por volta do século XVIII, a considerada primeira revolução industrial, foi impulsionada pela construção de ferrovias (SCHWAB, 2017), caracterizando assim o início da utilização de sistemas de manufatura mecânica movidos por meio de água e vapor. Esse período é marcado pelo impulso da evolução da economia agrária para manufaturas mecanizadas (XU; XU; LI, 2018), que com a utilização da mecanização e geração de energia mecânica, em 1800, possibilitou a transição do trabalho manual para processos pioneiros de fabricação, principalmente na indústria têxtil (ROJKO, 2017).

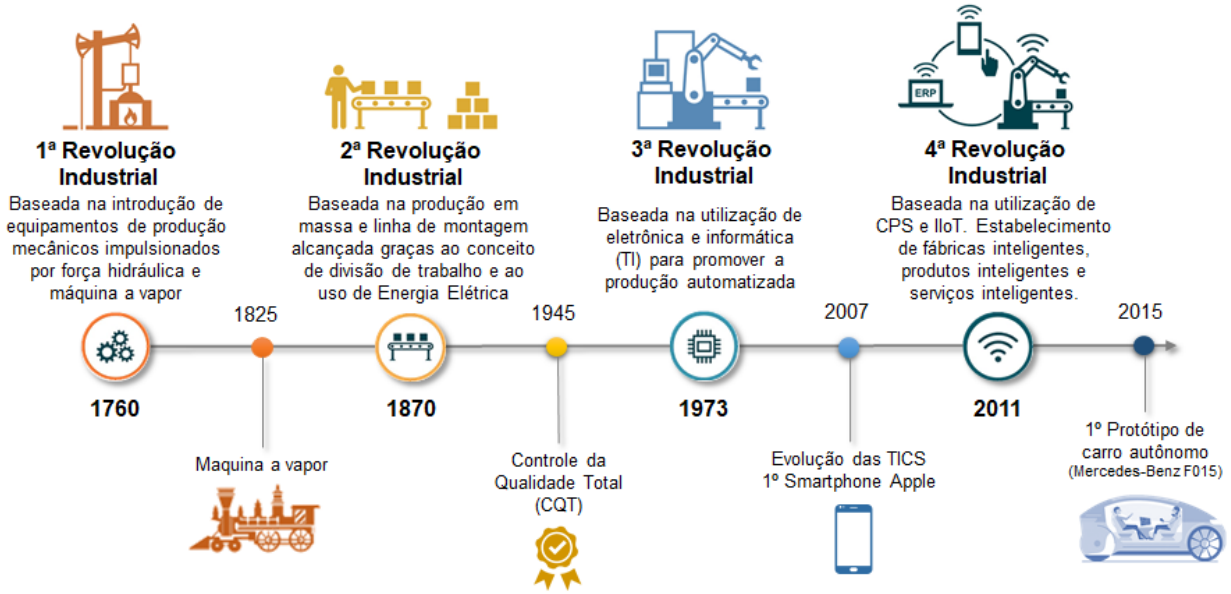
A Segunda Revolução Industrial, iniciada no final do século XIX, foi marcada pela utilização da energia elétrica, que possibilitou a realização da produção em massa e a introdução das linhas de montagem, foi a base das transformações industriais da época (FONSECA, 2018; XU; XU; LI, 2018). O objetivo dessa transição foi o aumento da capacidade produtiva, padronização e redução de custos (FONSECA, 2018). Constantemente mencionada, a citação de Henry Ford, “Você pode ter qualquer carro, dede que seja o T-Model preto” representa a introdução da produção em massa, mas sem a possibilidade de personalização dos produtos (ROJKO, 2017).

Em torno do início do século XX, a terceira revolução industrial foi caracterizada pela digitalização com introdução de microeletrônica e automação, utilizando tecnologias da informação (XU; XU; LI, 2018), computadores e internet (SCHWAB, 2017) possibilitando a automação da produção (XU; XU; LI, 2018). Na manufatura, essas tecnologias facilitaram a produção flexível, onde uma variedade de produtos é fabricada em linhas de produção flexíveis com máquinas programáveis. Tais sistemas de produção, contudo, ainda não têm flexibilidade em relação à quantidade de produção (ROJKO, 2017).

Desde a década de 1970, a terceira Revolução Industrial vem se desenrolando. Destacando-se pelo uso de eletrônicos e TI na automação de produção (SCHMIDT et al., 2015). O desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) levou a uma onda de digitalização generalizada que proporciona um ambiente adequado para o desenvolvimento da atual quarta revolução industrial, conhecida como Indústria 4.0, e para a introdução de objetos inteligentes, como máquinas e produtos baseados em CPS (LASI et al., 2014).

A Indústria 4.0, iniciou na virada para século XXI (SCHWAB, 2017), e se caracteriza pelo estreitamento entre o mundo físico e o virtual (ZHENG et al., 2018) através da utilização de sistemas ciber-físicos de forma generalizada (LIU; XU, 2017). Para Schwab (2017), a Quarta Revolução Industrial vai além de máquinas e sistemas inteligentes conectados; seu escopo é mais amplo abrangendo áreas que vão desde o sequenciamento genético à nanotecnologia, de energia renováveis à computação quântica. A Figura 1 apresenta o histórico das revoluções industriais.

Figura 1 : Histórico das revoluções industriais



Fonte: Autor (2020).

As revoluções industriais são diretamente dependentes umas das outras, o que pode se caracterizar como uma evolução industrial (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018).Como por exemplo a Primeira Revolução Industrial estimulou a ocorrência da produção em massa para a Segunda Revolução Industrial, com a evolução de algumas habilidades individuais, tornando-as obsoletas. Já a produção em massa da Segunda Revolução Industrial foi marcada pela gestão da qualidade total, utilizando a qualidade para prevenção e não para a detecção (KANJI, 1990). A preocupação com a qualidade tornou a indústria mais organizada, quanto a processos e produtos, utilizando ferramentas de controle que evoluiu graças ao uso de TICs, integrados a Internet, características já consideradas da Terceira Revolução Industrial (RIFKIN, 2012).

Por sua vez as tecnologias TIC, precursoras na Terceira Revolução Industrial, estão se tornando efetivas na Indústria 4.0, principalmente relacionados ao desenvolvimento de hardware e software. A utilização da TIC na fabricação inteligente trará novas perspectivas para a indústria que ganharão forças por meio da integração das tecnologias (POSADA et al., 2015; WANG et al., 2016).

As três Revoluções Industriais anteriores alcançaram altos aumentos de produtividade, impulsionados por algumas tecnologias de propósito geral de rápida expansão como: mecanização, eletricidade e TI (VEZA; MLADINEO; GJELDUM, 2015). Essas tecnologias resultaram em melhorias técnicas significativas e iniciam novos desenvolvimentos complementares (TRAJTENBERG; BRESNAHAN, 1992). Desta forma, pode se observar que as revoluções estão intimamente ligadas à evolução tecnológica, refletindo nos aspectos econômicos, acadêmicos e sociais

Assim, a Indústria 4.0 depende da convergência de tecnologias digitais e físicas características da terceira Revolução Industrial e dos desenvolvimentos a partir dessa etapa de industrialização (MAYNARD, 2015). De certo modo, a Indústria 4.0 não se difere das Revoluções anteriores, pois comparada a terceira revolução, a Indústria 4.0 visa transformar a produção de bens e serviços (KAGERMANN et al., 2013; MAYNARD, 2015), tornando-a mais eficiente. Além disso, da mesma forma que as Revoluções Industriais anteriores, a Indústria 4.0 facilita a proliferação de novos modelos de negócios, aumentando não apenas o escopo das atividades realizadas pelas manufaturas, mas também sua profundidade (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018).

3. Método de Pesquisa

A estratégia de pesquisa, para entender a importância da Indústria 4.0 e para tentar consolidar esse conceito, é baseada em uma revisão sistemática da literatura. Fornecendo uma visão das pesquisas e contribuições existentes na literatura. Os trabalhos selecionados são estudados sob as lentes da análise de conteúdo, para compilar os conceitos identificados da Indústria 4.0. Os resultados foram baseados na codificação do texto, na frequência das palavras e na relação das palavras.

Utilizou-se os termos “Industry 4.0", "Industrie 4.0", "Intelligent Manufacturing" e "Smart Industry", por serem utilizados como sinônimos nos documentos acadêmicos e técnicos. As bases de dados, Scopus (SC), Web of Science (WoS) e Science Direct (SD), foram selecionadas considerando aquelas utilizadas principalmente internacionalmente em estudos similares. Essas mostraram-se as mais completas em termos de coleta de publicações científicas e proporcionaram uma grande combinação de variáveis (ABATECOLA; MANDARELLI; POGGESI, 2013).

A busca foi feita nos bancos de dados, limitando os resultados a artigos cujos termos apareçam no título, resumo ou nas palavras-chave em artigos de literatura científica, artigos

de periódicos e artigos de conferência, durante o período de 2009-2020, resultando assim, em 4.284 artigos. Como apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 – Resultado das buscas

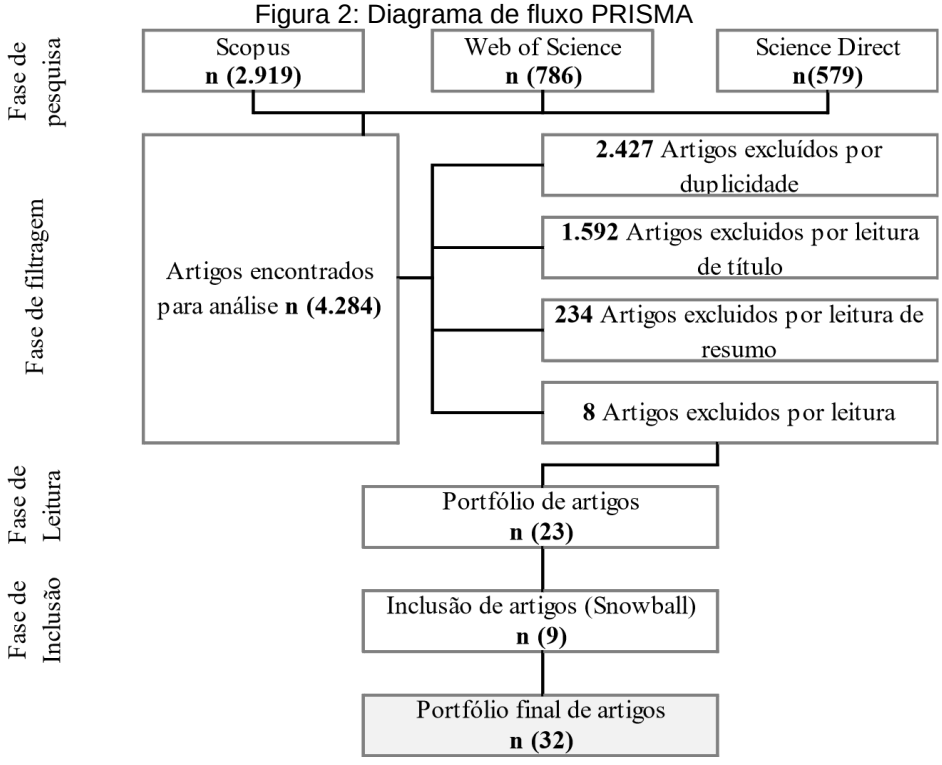
Keyword Combination	SC	WoS	SD	Total
("Industry 4.0" OR "Industrie 4.0" OR "Intelligent Manufacturing" OR "Smart Industry") AND (Particulars* OR Aspects OR features)	1.143	327	193	1.663
("Industry 4.0" OR "Industrie 4.0" OR "Intelligent Manufacturing" OR "Smart Industry") AND (Definition OR Description OR Concept)	1.776	459	386	2.621

Fonte: Autores

Na etapa de filtragem foi utilizada a metodologia PRISMA, onde os artigos foram excluídos quanto a duplicidade, leitura de títulos e resumos, proporcionando uma gama de documentos relevantes para pesquisa. Posteriormente, a leitura dos trabalhos na integra foi realizada e uma nova etapa de filtragem, onde foram excluídos artigos que não se adequavam com o escopo da pesquisa. Os artigos selecionados foram adicionados ao portfólio sistemático de revisão de literatura e suas referências analisadas para rastrear os conceitos da Indústria 4.0. Na fase de inclusão, foi utilizada a metodologia snowball, que conforme apresentada por Goodman (1961), é usada para encontrar referências citadas. Os artigos que atendem aos critérios da pesquisa são adicionados ao portfólio, conforme recomendado por Sayers (2008). A Figura 2 ilustra o fluxo do diagrama PRISMA (MOHER et al., 2009).

Como observado na Figura 2, após a fase de busca, filtragem e inclusão de artigos obteve-se um portfólio final de 32 artigos. Esses apresentavam suas próprias definições para indústria 4.0. A leitura e análise dos artigos identificados possibilitou aos autores deste trabalho identificar 24 definições originais da literatura, que, por meio de análises das palavras mais utilizadas, foi apresentada uma definição comum para o termo Indústria 4.0.

Figura 2: Diagrama de fluxo PRISMA



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

4. Resultados

4.1 Uma definição para Indústria 4.0

A indústria 4.0 está sendo comparada com as três primeiras revoluções industriais que ocorreram nos últimos séculos (SCHMIDT et al., 2015). A quarta revolução industrial emergente, constantemente chamada de Indústria 4.0, envolve mudanças rápidas e disruptivas que abrangem a manufatura digital, comunicação em rede, tecnologias de computador e automação, bem como muitas outras áreas relevantes. O termo "Industry 4.0" apareceu pela primeira vez na Alemanha, em um artigo publicado em novembro de 2011, que resultou de uma iniciativa governamental referente à “High-tech Strategy for 2020” (ZHOU; LIU; ZHOU, 2015). Esse novo paradigma industrial abrange permite melhorias de eficiência e produtividade entre as empresas que adotam suas novas tecnologias (SCHMIDT et al., 2015).

Diferentemente das revoluções passadas, esta quarta revolução industrial está sendo prevista, permitindo que as empresas possam tomar ações para se prepararem para as transformações, definindo um modelo de manufatura mais adequado e planejado para enfrentar os desafios deste novo paradigma industrial (ALMADA-LOBO, 2016). Criando assim uma fábrica inteligente onde a produção é conectada em rede aos sistemas de comunicação, para que possa se organizar. Nesta cadeia de valor integrada, onde pessoas e máquinas poderão se comunicar e cooperar diretamente entre si, desde o desenvolvimento do produto até a logística e o gerenciamento pós-venda (BARZ et al., 2019).

Sendo assim a Indústria 4.0 pode ser definida como uma recente revolução industrial que vem surgindo globalmente e carrega uma nova geração de indústria. É uma digitalização avançada do setor manufatureiro conhecida, também, como 'Smart Factory' ou 'Cyber-Physical Systems' (CPS). Que realiza a integração de processos físicos e computacionais (GLAS; KLEEMANN, 2016). Porém ainda existe uma confusão terminológica para Indústria 4.0.

Termologias propostas por vários autores, que embora apresentem coerência de propósito nas definições originais da Industria 4.0, não há definição inclusiva e definitiva. Cada autor a define de forma coerente para sua pesquisa, mas sem cobertura abrangente de outras definições ou pontos de vista. A maioria das definições encontradas nos primeiros anos abrange apenas modelagem, digitalização e gerenciamento de informações. Pode-se perceber também que alguns autores relacionam o termo CPS para descrever a Indústria 4.0. Portanto na busca de esclarecer as definições para a Indústria 4.0, com base na literatura, o Quadro 1 apresenta as definições diferentes e originais, de diversos autores, para os termos Industria 4.0 e CPS.

Quadro 1 – Abordagens conceituais para Indústria 4.0

Abordagem conceitual	Autores
O conceito Industry 4.0 pode ser visto como uma abordagem fundamentalmente nova que reunirá os mundos físico e digital.	(PEREIRA; ROMERO, 2017)
O setor 4.0 pode ser entendido como um termo colaborativo para tecnologias e conceitos que abrangem toda a cadeia de valor da organização. É a integração de máquinas e dispositivos físicos complexos com sensores e software em rede, usados para prever, controlar e planejar melhores resultados comerciais e sociais.	(HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016)
A Indústria 4.0 abraça o desenvolvimento de ambientes inteligentes que podem unir o mundo real e virtual através do uso do CPS, integrando dispositivos, máquinas, módulos e produtos de produção, desencadeando ações e controlando-se autonomamente.	(WEYER et al., 2015)

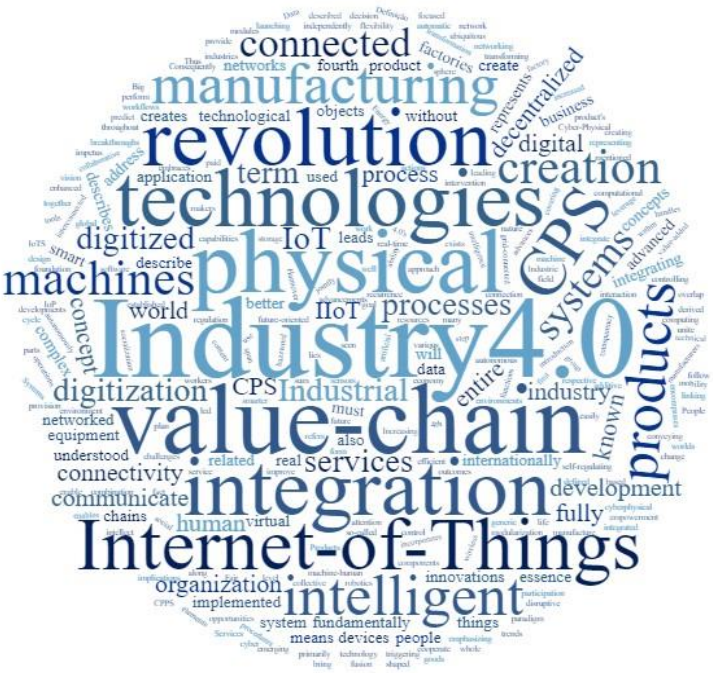
A Indústria 4.0 está focada na criação de produtos, processos e procedimentos inteligentes. Em operários inteligentes, máquinas e recursos se comunicam facilmente. A essência da visão da Indústria 4.0 reside na Internet das coisas e na Internet dos serviços, o que significa a conectividade onipresente de pessoas, coisas e máquinas. Produtos, equipamentos de transporte e ferramentas "cooperam" para criar melhor cada etapa da produção a seguir. Assim, leva à conectividade do mundo virtual e a objetos físicos no mundo real	(KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; KAGERMANN; HELBIG; HELLINGER; WAHLSTER, 2013)
O conceito Industry 4.0 está relacionado à aplicação de tecnologias CPS, como Internet das Coisas (IoT), Internet das Coisas Industrial (IIoT) e Big Data, levando a manufatura à 4ª revolução industrial. A flexibilidade existente nas redes de criação de valor é aprimorada pela aplicação de sistemas de produção ciber-física (CPPS).	(SHROUF; ORDIERES; MIRAGLIOTTA, 2014)
A Indústria 4.0 é a sobreposição de vários desenvolvimentos tecnológicos que abrangem produtos e processos. Está relacionado a sistemas físicos cibernéticos denominados que descrevem a fusão de fluxos de trabalho físicos e digitais.	(SCHMIDT et al., 2015)
Indústria 4.0 é a vinculação de produtos e serviços entre si e seu respectivo ambiente através da Internet e outros serviços de rede que permitem o desenvolvimento de novos produtos de serviço, para que muitas funções do produto funcionem independentemente sem intervenção humana.	(OJRA, 2018)
A indústria 4.0 representa a digitalização avançada em fábricas industriais na forma de uma combinação de tecnologias da Internet e tecnologias orientadas para o futuro no campo de objetos “inteligentes” (máquinas e produtos).	(GLAS; KLEEMANN, 2016)
Indústria 4.0 é a transformação da indústria digital na Internet.	(ROBLEK; MEŠKO; KRAPEŽ, 2016)
A Indústria 4.0 é a soma de todas as inovações disruptivas derivadas e implementadas em uma cadeia de valor para abordar tendências em digitalização, capacitação, transparência, mobilidade, modularização, redes e socialização de produtos e processos.	(PFOHL et al., 2017)
O setor 4.0 é descrito principalmente como sistemas físicos interconectados, bem como tomadores de decisão (humanos) em tempo real sem fio. Consequentemente, esses sistemas devem estar conectados à Internet, o que levou à recorrência do conceito de "Internet das Coisas".	(LI et al., 2017)
O Industry 4.0 é um sistema tecnológico complexo, fundamentalmente moldado pela conectividade, integração e digitalização da produção, enfatizando as oportunidades de integrar todos os elementos em um sistema de valor agregado.	(NEUGEBAUER et al., 2016)
A Indústria 4.0 descreve a quarta revolução industrial, que leva à produção inteligente, conectada e descentralizada, representando um novo nível de organização e regulamentação de toda a cadeia de valor de um produto ao longo de seu ciclo de vida. De fato, os avanços no armazenamento de dados e novas capacidades computacionais, juntamente com o desenvolvimento de tecnologias como inteligência computacional, robótica, manufatura aditiva e interação homem-máquina, estão lançando inovações que alteram a natureza e o conteúdo da própria manufatura.	(HARTMANN et al. 2015)
A indústria 4.0 pode ser entendida como um impulso para um novo futuro industrial, onde os processos de criação de valor devem ser mais inteligentes e eficientes	(BARZ et al., 2019)
O setor 4.0 lida com a conexão de todas as peças da máquina por meio de cadeias de dados e operações integradas. O Industry 4.0 foi mencionado pela primeira vez em 2011 na Feira de Hannover e pode ser definido como um termo coletivo para as tecnologias e os conceitos de uma organização da cadeia de valor que cria conjuntamente os Sistemas Físicos Físicos (CPS), a Internet das Coisas e a Internet dos Serviços, Internet das Pessoas (IoP) e Internet da Energia.	(TUPA; SIMOTA; STEINER, 2017)
A Indústria 4.0, também conhecida internacionalmente como Internet das Coisas Industrial (IIoT), descreve a integração das tecnologias da IoT na criação de valor industrial. O objetivo é criar redes de criação de valor totalmente digitalizadas, em rede, inteligentes e descentralizadas.	(KAGERMANN, 2015)

A indústria 4.0 representa a capacidade de comunicação dos componentes industriais.	(PAN et al., 2015)
A essência do design da Indústria 4.0 é a introdução de sistemas inteligentes conectados à rede que realizam a produção autorregulada: pessoas, máquinas, equipamentos e produtos se comunicarão.	(KOVÁCS; KOT, 2016)
A indústria 4.0 é toda a esfera da economia na qual processos de produção totalmente automáticos são baseados no intelecto artificial e a Internet cria novas máquinas sem participação humana.	(MAJEED; RUPASINGHE, 2017)
Indústria 4.0 é um termo genérico usado para descrever um grupo de avanços tecnológicos conectados que fornecem uma base para o aumento da digitalização dos negócios.	(BURRITT; CHRIST, 2016)
Indústria 4.0 é a nova palavra da moda na indústria de transformação. Abrange todo o processo da cadeia de valor na fabricação de bens e na prestação de serviços.	(KINZEL, 2017)
A Indústria 4.0, também conhecida internacionalmente como Internet Industrial das Coisas, refere-se à integração de tecnologias IoT em indústrias de criação de valor que permitem aos fabricantes alavancar cadeias de valor totalmente digitalizadas, conectadas, inteligentes e descentralizadas.	(KIEL et al., 2017)
Está sendo dada atenção crescente às implicações da integração de tecnologias IoTS na criação de valor industrial. Esse novo paradigma de manufatura digitalizada e conectada é conhecido como "Indústria 4.0" ou "Internet Industrial das Coisas" (IIoT) e está transformando fábricas estabelecidas em produção inteligente e autônoma.	(MÜLLER et al., 2018)
O termo Industrie 4.0 significa a quarta revolução industrial. Ele incorpora inovações técnicas emergentes para melhorar o setor e enfrentar alguns desafios globais.	(WANG et al., 2016)

Fonte: Autores

Como pode se analisar no quadro supracitado os autores apresentam concordância em relação a Integração dos mundos físicos e digitais, como CPS, IoT e IoS. Analisando essas definições, encontrase a interseção de termos usados para definir a grande maioria das terminologias. Como apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Frequências de palavras para definir Indústria 4.0



Fonte: Autores

IoT, CPS e Indústria 4.0, podem ser considerados como sinônimos (HARTMANN et al., 2015; KIEL et al., 2016; MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018; HOSSAIN; MUHAMMAD, 2016). No entanto, isso realmente não parece correto pela complexidade da Indústria 4.0, mesmo que seja verdade que a Indústria 4.0 se baseia em IoT e CPS. Entende-se também que o uso desses termos para definir os avanços tecnológicos atuais se dá pelo fato de que essas tecnologias são as principais responsáveis pela integração de sistemas na manufatura.

Não existe uma definição única para a Indústria 4.0. No entanto, a literatura concorda que as atuais mudanças tecnológicas, referidas como a quarta revolução industrial, têm um impacto significativo na indústria e na concorrência internacionais. Diversos autores definem produção inteligente como Indústria 4.0, e possuem um ponto de vista semelhante, descrevendo a integração do mundo físico e virtual como um aspecto essencial da Indústria 4.0. Outros descrevem a Indústria 4.0 como atividade corporativa orientada para o cliente, e definem a Indústria 4.0 como resultado de uma atração de aplicativos pelas demandas dos clientes e escassez de recursos e um impulso tecnológico impulsionado pela digitalização e miniaturização de eletrônicos (BÄR et al., 2018). Portanto, com base nas citações dos autores defini-se que:

“A Indústria 4.0 se refere a Quarta Revolução Industrial, que realiza a integração dos mundos físicos e digitais, por meios de tecnologias facilitadoras apoiadas pelo uso da internet e computação. Afetando toda a cadeia de valor, com produtos e processos inteligentes, que auxiliam na tomada de decisão e controle em tempo real.”

5. Conclusões

A crescente atenção recebida por esse novo paradigma industrial, levantou muitas questões sobre esse conceito e seus significados. Este artigo teve como objetivo criar uma compreensão do tópico Indústria 4.0 resumindo algumas das definições existentes do conceito Indústria 4.0.

A revisão sistemática da literatura destaca que a Indústria 4.0 ainda é um tópico emergente nos estudos contemporâneos. Além disso, este artigo fornece várias contribuições para o campo Indústria 4.0 do ponto de vista teórico, contribuindo para o esclarecimento do conceito que é caracterizado pela conectividade e digitalização da produção. A investigação dos resultados focou na análise das principais definições fornecidas pelos vários autores na Indústria 4.0, estabelecendo uma definição consensual entre eles.

Algumas limitações do artigo também devem ser mencionadas. A principal limitação é que os três bancos de dados e o mecanismo de pesquisa usados não cobrem todas as fontes acessíveis de literatura de gerenciamento em que o termo Indústria 4.0 foi usado. Portanto, outros artigos na literatura da Indústria 4.0 podem não ter sido incluídos, mas o aumento dessa revisão sistemática da literatura pode, por si só, ser um caminho interessante para futuras pesquisas.

Referências

Abatecola, G., Mandarelli, G., & Poggesi, S. (2013). The personality factor: how top management teams make decisions. A literature review. Journal of Management & Governance, 17(4), 1073-1100.

Almada-Lobo, F. (2016). The Industry 4.0 revolution and the future of manufacturing execution systems (MES). Journal of innovation management, 3(4), 16-21.

Barz, C., Jalba, C. K., Erdei, Z., & Hahn, S. M. L. (2019). Approaches for the planning and implementation of Industry 4.0. Periodicals of Engineering and Natural Sciences, 7(1), 375-380.

Burritt, R., & Christ, K. (2016). Industry 4.0 and environmental accounting: a new revolution?. Asian Journal of Sustainability and Social Responsibility, 1(1), 23.

da Silva, E. H. D. R., Shinohara, A. C., de Lima, E. P., Angelis, J., & Machado, C. G. (2019). Reviewing Digital Manufacturing concept in the Industry 4.0 paradigm. Procedia CIRP, 81, 240-245.

Glas, A. H., & Kleemann, F. C. (2016). The impact of industry 4.0 on procurement and supply management: A conceptual and qualitative analysis. International Journal of Business and Management Invention, 5(6), 55-66.

Goodman, L. A. (1961). Snowball sampling. The annals of mathematical statistics, 148-170.

Hartmann, B., King, W. P., & Narayanan, S. (2015). Digital manufacturing: The revolution will be virtualized. McKinsey Quarterly, Aug.

Hermann M., Pentek T., Otto B. (2016). "Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios," 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), ISSN 3928–3937, 2016

Jazdi, N. (2014). Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. In 2014 IEEE international conference on automation, quality and testing, robotics (pp. 1-4). IEEE.

Kagermann, H. W. Wahlster, and J. Helbig, (2013) “Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0,” München.

Kagermann, H. (2015). Change through digitization—Value creation in the age of Industry 4.0. In Management of permanent change (pp. 23-45). Springer Gabler, Wiesbaden.

Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., & Wahlster, W. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group. Forschungsunion.

Kiel, D., Müller, J. M., Arnold, C., & Voigt, K. I. (2017). Sustainable industrial value creation: Benefits and challenges of industry 4.0. International Journal of Innovation Management, 21(08), 1740015.

Kinzel, H. (2017). Industry 4.0–Where does this leave the Human Factor?. Journal of Urban Culture Research, 15, 70-83.

Kovács, G., & Kot, S. (2016). New logistics and production trends as the effect of global economy changes. Polish Journal of Management Studies, 14.

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. Bus Inf Syst Eng 6 (4): 239–242.

Li, G., Hou, Y., & Wu, A. (2017). Fourth Industrial Revolution: technological drivers, impacts and coping methods. Chinese Geographical Science, 27(4), 626-637.

Li, X., Li, D., Wan, J., Vasilakos, A. V., Lai, C. F., & Wang, S. (2017). A review of industrial wireless networks in the context of industry 4.0. Wireless networks, 23(1), 23-41.

Majeed, A. A., & Rupasinghe, T. D. (2017). 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, 6(1), 25-40.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. Annals of internal medicine, 151(4), 264-269.

Neugebauer, R., Hippmann, S., Leis, M., & Landherr, M. (2016). Industrie 4.0-From the perspective of applied research. Procedia CIRP, 57(1), 2-7.

Ojra, A. (2018,). Revisiting Industry 4.0: A New Definition. In Science and Information Conference (pp. 1156-1162). Springer, Cham.

Pan, M., Sikorski, J., Kastner, C. A., Akroyd, J., Mosbach, S., Lau, R., & Kraft, M. (2015). Applying industry 4.0 to the Jurong Island eco-industrial park. Energy Procedia, 75, 1536-1541.

Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. Procedia Manufacturing, 13, 1206-1214.

Pfohl, H. C., Yahsi, B., & Kurnaz, T. (2017). Concept and diffusion-factors of industry 4.0 in the supply chain. In Dynamics in Logistics (pp. 381-390). Springer, Cham.

Piccarozzi, M., Aquilani, B., & Gatti, C. (2018). Industry 4.0 in management studies: A systematic literature review. Sustainability, 10(10), 3821.

Roblek, V., Meško, M., & Krapež, A. (2016). A complex view of industry 4.0. Sage Open, 6(2), 2158244016653987.

Sayers, A. (2008). Tips and tricks in performing a systematic review. Br J Gen Pract, 58(547), 136-136.

Schmidt, R., Möhring, M., Härting, R. C., Reichstein, C., Neumaier, P., & Jozinović, P. (2015). Industry 4.0potentials for creating smart products: empirical research results. In International Conference on Business Information Systems (pp. 16-27). Springer, Cham.

Shrouf, F., Ordieres, J., & Miragliotta, G. (2014, December). Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm. In 2014 IEEE international conference on industrial engineering and engineering management (pp. 697-701). IEEE.

Tupa, J., Simota, J., & Steiner, F. (2017). Aspects of risk management implementation for Industry 4.0. Procedia Manufacturing, 11, 1223-1230.

Weyer, S., Schmitt, M., Ohmer, M., & Gorecky, D. (2015). Towards Industry 4.0-Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems. Ifac-Papersonline, 48(3), 579-584.

Zhou, K., Liu, T., & Zhou, L. (2015). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. In 2015 12th International conference on fuzzy systems and knowledge discovery (FSKD) (pp. 2147-2152). IEEE.