

## Indústria 4.0: revisão sistemática da literatura 2008-2018, achados, tendências e aplicações

Bruno Douglas Lima da Silva (UNIMEP) [bruno\\_eng.mecanica2014@hotmail.com](mailto:bruno_eng.mecanica2014@hotmail.com)

Fernando Celso de Campos (UNIMEP) [fccampos@unimep.br](mailto:fccampos@unimep.br)

### Resumo:

Com o aumento constante da população, as indústrias buscam novas estratégias de produção para atender as demandas diferenciadas que os novos mercados consumidores tem apresentado. Na atualidade, vive-se uma transição entre a 3ª revolução industrial e a 4ª revolução industrial. O termo Indústria 4.0, cunhado na Alemanha pela ACATECH (Academia Alemã de Ciência e Engenharia) vem sendo utilizado para definir a 4ª revolução industrial, que tem como objetivo transformar os processos de manufatura das indústrias num formato inteligente e autônomo, em que o processamento de dados é feito “nas nuvens” de modo a agilizar a solução dos problemas de produção ocorridos, tornando-os mais eficazes e competitivas. O presente projeto teve como objetivo estudar os principais conceitos da Indústria 4.0 buscando: achados, tendências e aplicações. Como método de pesquisa foi realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL) utilizando como fontes dois eventos nacionais (SIMPEP e ENEGEP), 5 revistas nacionais e periódicos internacionais (a partir do Portal da CAPES), entre os anos de 2008 a 2018. E como resultado apresenta-se uma análise geral do que foi encontrado realizando os principais destaques de como está sendo abordado o tema pesquisado. Destaque-se que é um tema abrangente, envolvendo várias tecnologias habilitadoras, portanto alguns recortes e delimitações foram necessárias.

**Palavras chave:** Indústria 4.0, Internet das Coisas, Internet de Serviço, Manufatura Inteligente, Fábrica Inteligente.

## Industry 4.0: systematic literature review, findings, trends and applications

### Abstract:

With the constant increase in population, industries are looking for new production strategies to meet the different demands that new consumer markets have presented. Today there is a transition between the 3rd industrial revolution and the 4th industrial revolution. The term Industry 4.0, coined in Germany by the ACATECH (German Academy of Science and Engineering) has been used to define the 4th industrial revolution, which aims to transform the manufacturing processes of industries into an intelligent and autonomous format, in which the processing of data is done “in the clouds” to expedite the resolution of production problems that occur, making them more effective and competitive. This project aimed to study the main concepts of Industry 4.0 looking for: findings, trends and applications. As a research method, a systematic literature review (RSL) was conducted using two national events (SIMPEP and ENEGEP), 5 national journals and international journals (from the CAPES Portal), from 2008 to 2018. As a result we present a general analysis of what was found performing the main highlights of how the researched theme is being addressed. Note that it is a broad theme, involving several enabling technologies, so some cutouts and delimitations were necessary.

**Key-words:** Industry 4.0, Internet of Things, Internet of Service, Smart Manufacturing, Smart Factory.

## 1. Introdução

A indústria mundial vem passando por um período de evolução e transformação nesta última década devido ao avanço das telecomunicações em banda larga, da internet nas nuvens, das tecnologias em geral, está sendo possível se considerar um novo estágio evolutivo baseado fortemente em sistemas de gestão inteligentes, auto-dirigidos e integrados com uma série de recursos (robóticos, sensores, dispositivos, etc) e ferramentas, produtos dotados de RFID para atuarem em uma espécie de “rede inteligente” de informações e atividades produtivas.

Este estágio evolutivo convencionou-se chamar “Indústria 4.0” que na Alemanha é o Programa Industrie 4.0 (ACATECH, 2013), em outras partes do mundo é Manufatura Inteligente ou Manufatura Avançada.

O termo Indústria 4.0 foi introduzido em 2011, pelo Instituto Fraunhofer-Gesellschaft e pelo Governo Federal Alemão como um termo coletivo que define o conjunto de tecnologias para fluxo de informações, automação e manufatura (CHUNG & KIM, 2016).

A visão geral, conceitos e componentes e algumas experiências internacionais da Indústria 4.0 são detalhados a seguir no formato de uma breve descrição geral dos principais achados na literatura sobre esse tema.

### 1.1 Indústria 4.0: Visão Geral

Rodrigues, Jesus e Schützer (2016) apresentaram um panorama geral do Programa Indústria 4.0, criado pelo governo alemão via investimentos governamentais e da própria indústria. Esse Programa tem por objetivo interconectar todas as áreas de um processo produtivo por meio de redes inteligentes. Então, é um desafio para a produção industrial realizar uma “4ª. Revolução Industrial”, em que os processos produtivos tenham um autocontrole e autogerenciamento. Há a intenção de que esse programa seja capaz de resolver problemas de produção tornando-a mais eficaz e obtendo ganhos competitivos. ACATECH (2013), Academia Alemã de Ciência e Engenharia, definiu a Indústria 4.0 como sendo o estágio de introdução de Internet das Coisas (IoT) e Internet de Serviços no ambiente da manufatura conduzindo, o que era conhecido como a 3ª revolução industrial (mecanização, eletricidade, automação, tecnologia da informação), à 4ª revolução industrial.

Porém, conforme publicação da CNI (2016), nos últimos anos, a Indústria 4.0 ganhou espaço na agenda de desenvolvimento industrial de diversos países, como: Alemanha, Estados Unidos, China, Japão e Coreia do Sul. Na Alemanha, o desenvolvimento da Indústria 4.0 é tratado como prioritário para o país ampliar sua competitividade. O tema é abordado em um conjunto de ações de instituições e de empresas (GTAI, 2014). O ACATECH (2013) lançou um relatório estabelecendo estratégia para o país se tornar o principal fornecedor de tecnologias de produção inteligentes e integrar a produção com outros países líderes, com o objetivo de acompanhar tecnologias e gerar padrões.

Os Estados Unidos lançaram, em 2012, a *Advanced Manufacturing Partnership (AMP)*, formada por representantes de empresas, universidades, governo e institutos de pesquisas para discutir e apresentar propostas para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no país. Essa iniciativa está aliada às medidas de reindustrialização desenvolvidas na última década nos EUA. Em 2014, o grupo apresentou o *“Report to the President. Accelerating U.S. Advanced Manufacturing”*, com uma série de medidas para o desenvolvimento das tecnologias associadas a esse modo de produção. O relatório propõe, ainda, a implementação de um

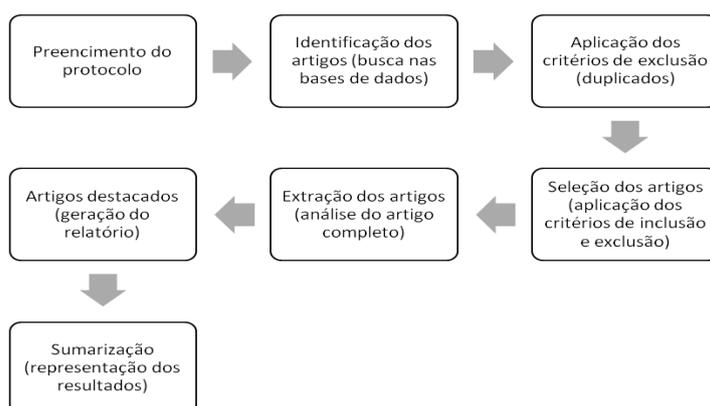
plano estratégico nacional para Indústria 4.0 (EUA, 2014). Na China, o 12º Plano Quinquenal (2011-2015) apresenta a Indústria 4.0 como um dos sete temas emergentes apoiados pelo governo, estabelecendo cinco setores como prioritários: equipamentos modernos, automotivo, siderúrgico, petroquímico e construção naval.

No Japão, o *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)* criou, em 2008, o *Advanced Manufacturing Research Institute (AMRI)*, composto por uma gama de grupos de pesquisas que têm como objetivo a troca de conhecimento e desenvolvimento de projetos conjuntos. Na Coreia do Sul, foi criado o *Korea Advanced Manufacturing System (KAMS)*, projeto que tem como objetivo desenvolver novos processos e tecnologias para gerenciamento e integração de sistemas manufatureiros. O projeto foi criado pelo Korea Institute of Industrial Technology (KITECH) com apoio do Ministério do Comércio, Indústria e Energia e do Ministério da Ciência e Tecnologia. No Brasil, o Ministério das Comunicações criou, no final de 2014, a Câmara Máquina a Máquina (M2M) e Internet das Coisas, com objetivo de desenvolver o “Plano Nacional de Comunicação M2M e Internet das Coisas”. A Câmara é composta por uma gama de associações e Ministérios, dividida em diversos subgrupos, sendo um deles o de Produtividade Industrial e Indústria 4.0, do qual a CNI faz parte (BRASIL, 2014). Recentemente, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) criaram o Grupo de Trabalho de Indústria 4.0, com a participação de diversas instituições, entre elas a CNI, com objetivo de elaborar o plano de ação para Indústria 4.0 no Brasil.

## 2. Metodologia

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL), foi o método utilizado para conduzir o desenvolvimento deste projeto, para isso, foi utilizado como auxílio o software *State Of The Art Through Systematic Review (Start)*. Para o desenvolvimento da RSL, é necessário cumprir corretamente com algumas etapas de execução do software *Start*.

No entanto, na figura 1 são apresentadas as 7 etapas essenciais para o desenvolvimento da RSL no *Start*.



Fonte: Autoria Própria com Base no (Start)

Figura 1 - Estrutura do Processo de Pesquisa para realização da Revisão

Utilizando como suporte o software *Start*, o protocolo de pesquisa foi a etapa inicial para a realização da RSL. Portanto, o protocolo teve como objetivo principal manter o pesquisador orientado durante a execução pesquisa, onde o mesmo apresenta os critérios de planejamento da pesquisa, com isso, é evidente que, o protocolo de pesquisa deve ser bem

elaborado para se obter um bom resultado final da revisão. No quadro 1 é apresentado o preenchimento do protocolo de pesquisa utilizado para realizar esta RSL.

REQUISITOS	DEFINIÇÃO
<b>Objetivos</b>	Este projeto de pesquisa tem por objetivo desenvolver uma revisão sistemática da literatura compreendendo o período de 2008 a 2018 sobre indústria 4.0 buscando achados, tendências e suas aplicações.
<b>Questão principal</b>	Qual é o estado atual, a tendência e os tipos de aplicação existente do conceito da indústria 4.0?
<b>Palavras chaves</b>	Computação em nuvem, Fábrica inteligente, Indústria 4.0, Internet das coisas, Internet de serviço, Manufatura inteligente, Revisão sistemática da literatura, Segurança cibernética, Sistema físico cibernético e Smart
<b>Definição de critérios de seleção da origem dos estudos</b>	Base de dados que mais publica sobre o tema da indústria 4.0
<b>Idiomas</b>	Inglês, Português
<b>Método de busca dos estudos primários</b>	Busca no Portal CAPES com as combinações das palavras chaves do projeto as bases de dados que mais publica sobre o tema da indústria 4.0, e posteriormente realizar a seleção dos artigos em cada base de dados escolhido
<b>Base de dados utilizadas</b>	Scopus, IEEE Xplore, Science Direct, Web of Science,
<b>Critérios de seleção</b>	<b>Inclusão:</b> Artigos e revistas, Acesso aberto, Idioma inglês ou português, publicado entre os anos de 2014 a 2018, artigo atende os requisitos da pesquisa e que relaciona com o tema da pesquisa. <b>Exclusão:</b> Duplicados, Livros e teses, Acesso bloqueado, publicado fora dos anos de 2014 a 2018, idiomas sem ser inglês ou português, não contenha nem no título, resumo ou nas palavras chaves as palavras contida nas strings de busca, não relaciona com o tema da pesquisa e não atende os requisitos da pesquisa
<b>Definição dos tipos de estudos</b>	<b>Estudos conceituais e Práticos:</b> Revisão Bibliográfica, Bibliométrica e Sistemática da Literatura, Exemplo de Aplicações, Estudo de Caso e Aplicações do Tema Pesquisado.
<b>Seleção inicial dos estudos</b>	<b>1°</b> - Seleção dos artigos entre os anos de 2014 a 2018, <b>2°</b> - Seleção dos artigos a partir da leitura do título, palavras chaves e resumo, <b>3°</b> - Seleção dos artigos a partir da leitura do título, palavras chaves, resumo, introdução e conclusão
<b>Campo do formulário de qualidade</b>	<b>Relação do artigo com o tema pesquisado:</b> Alta, Média, Baixa, Nenhuma. <b>Importância do artigo:</b> Muito importante, Importante, Pouco importante, Nada importante
<b>Campo do formulário dos dados de extração</b>	<b>Tecnologia da indústria 4.0 apresentado no artigo:</b> Sistema físico cibernético, Internet das coisas, Fábrica inteligente, Computação em nuvem, Internet de serviço, Segurança cibernética. <b>Tipo de pesquisa:</b> Conceitual, Estudo de caso, Simulação, Experimental, Protótipo, Aplicação

Fonte: Autoria Própria com Base no (Start)

Quadro 1 – Protocolo de Pesquisa

De acordo com o protocolo de pesquisa, aonde foi escolhido às bases de dados mais relevantes para buscas dos artigos, foram realizada as combinações das palavras chaves do projeto nos filtros de buscas de cada base de dados para identificação dos artigos. Essas combinações também são conhecidas como *Strings* de pesquisas. Entretanto, no quadro 2 é apresentada a quantidade de artigos identificados de cada base de dado, conforme as *Strings* de pesquisa.

<b>Strings de pesquisa</b>	<b>Scopus</b>	<b>Web of Science</b>	<b>IEEE Xplore</b>	<b>Science Direct</b>	<b>Total por Strings</b>
I4.0 e Internet das Coisas	1215	698	369	168	2450
I4.0 e Sistemas Físicos Cibernético	859	149	155	158	1321
I4.0 e Fábrica Inteligente	472	222	115	88	897
I4.0 e Computação em Nuvem	260	162	114	39	575
I4.0 e Segurança Cibernética	56	22	36	10	124
I4.0 e Internet de Serviço	32	5	53	5	95
<b>Total de artigos por base de dados</b>	<b>2894</b>	<b>1258</b>	<b>842</b>	<b>468</b>	<b>5462</b>

Fonte: Autoria Própria

Quadro 2 – Identificação dos Artigos

A partir do quadro 2, foi identificado 5.462 artigos. Partindo desse ponto, foi dado o início na seleção dos artigos. Nessa etapa de seleção, foram aplicados basicamente os critérios de inclusão e exclusão definidos no protocolo de pesquisa. Na ordem de aplicação desses critérios, primeiro foram excluídos os artigos duplicado e em seguida os artigos publicados fora dos anos de 2014 a 2018. Em outro momento foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão após a leitura do título, palavras chaves e resumo, no que resultou em 113 artigos destacados para análise. Então, na tabela 3 é apresentada a relação da quantidade de artigos após a aplicação desses critérios.

<b>Crítérios</b>	<b>Exclusão</b>	<b>Inclusão</b>
Duplicado	2226	3236
Ano de publicação de 2014 a 2018	499	2737
Título, palavras chaves e resumo	2624	113
<b>Total de artigos selecionados</b>	<b>113 Artigos</b>	

Fonte: Autoria Própria

Tabela 3 - Seleção dos Artigos

A extração dos artigos foi realizada a partir da leitura do título, palavras chaves, resumo, introdução e conclusão dos 113 artigos selecionados na etapa anterior, com isso, foram aplicadas nos mesmo os filtros que foram definidos no protocolo de pesquisa no campo de extração, e também foram excluídos alguns artigos que não apresentou relevância para a pesquisa. Então, a tabela 4 apresenta a quantidade de artigos que foram excluídos e incluídos nessa etapa de extração e também os artigos destacados para análise.

<b>Crítérios</b>	<b>Exclusão</b>	<b>Inclusão</b>
Título, palavras chaves, resumo, introdução e conclusão	33	80
<b>Total de artigos destacados para análise</b>	<b>80 Artigos</b>	

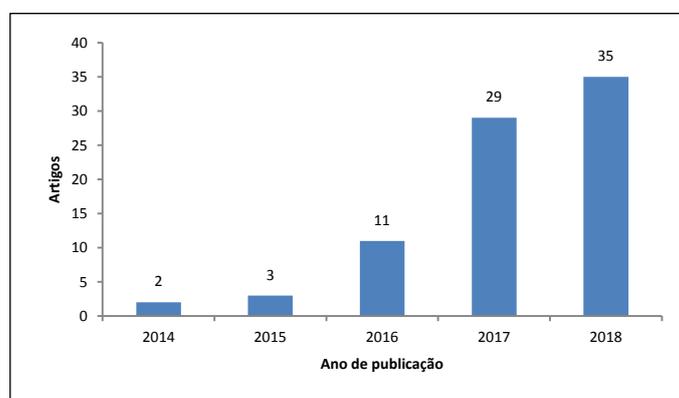
Fonte: Autoria Própria

Tabela 4 - Extração dos Artigos

Para representar os resultados da RSL foi realizado um relatório no software *Start*, em que o mesmo apresentou os resultados dos filtros, que foram aplicados nos 80 artigos na etapa de extração, ao gerar esse relatório, foi possível esboçar alguns gráficos com as variáveis, tipo de pesquisa do artigo e tecnologias da indústria 4.0.

### 3. Resultados

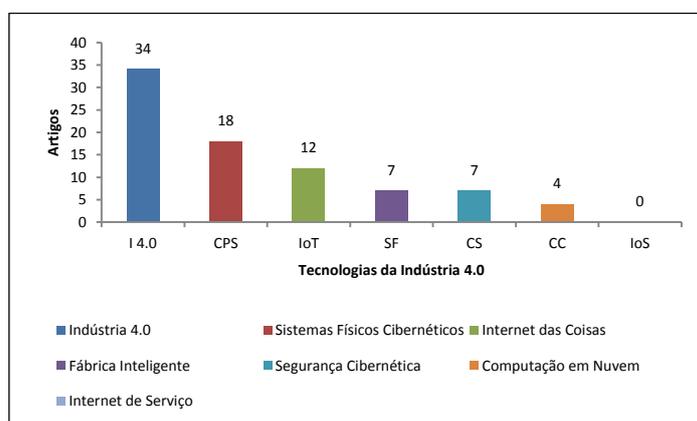
A figura 2 apresenta a quantidade de artigos selecionados para análise por ano de 4 bases de dados no intervalo de 2014 a 2018. Essa análise foi realizada com base nos 80 artigos selecionados nas etapas anteriores. Com isso, destacou-se o ano de 2018 com a maior quantidade de artigos selecionados para análise.



Fonte: Autoria Própria

Figura 2 – Quantidade de Artigos Analisados por Ano

Na figura 3 é apresentada a relação da quantidade de artigos com abordagem direta das tecnologias da indústria 4.0. Entretanto, esse tipo de análise foi feita quando os autores dos artigos tinham como objetivo principal abordar especificamente uma das tecnologias da indústria 4.0. Então, nessa análise destacou-se o termo indústria 4.0 (I4.0) com 34 artigos analisados. O termo I.4.0 apresentado na figura 3, trata-se de uma abordagem geral no requisito do tema pesquisado.



Fonte: Autoria Própria

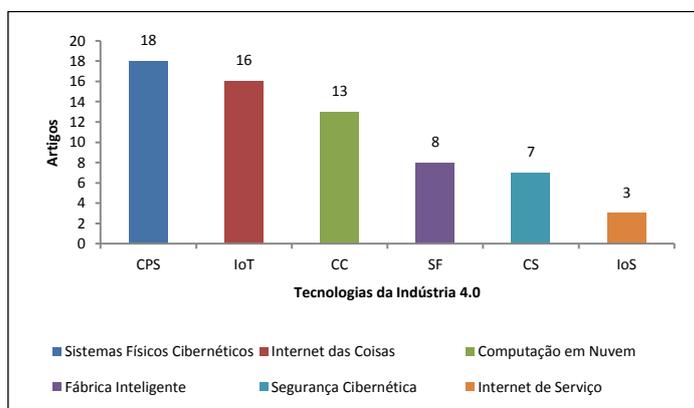
Figura 3 – Abordagem Direta das Tecnologias da Indústria 4.0

Junto com a análise da etapa anterior, foi realizada também uma análise da abordagem indireta das tecnologias da Indústria 4.0 apresentadas nos artigos.

Esse tipo abordagem indireta, trata-se das tecnologias utilizadas pelos autores para o desenvolvimento do objetivo principal do artigo.

No entanto, a figura 4 apresenta essa relação da quantidade de artigos com abordagem indireta das tecnologia da indústria 4.0.

Então, observou-se que, a tecnologia Sistemas Físicos Cibernéticos (CPS), aparece em 18 artigos na análise indireta, e também, a tecnologia de Internet de Serviço (IoS) em 3 artigos, já que a mesma não apareceu na etapa anterior da análise direta.

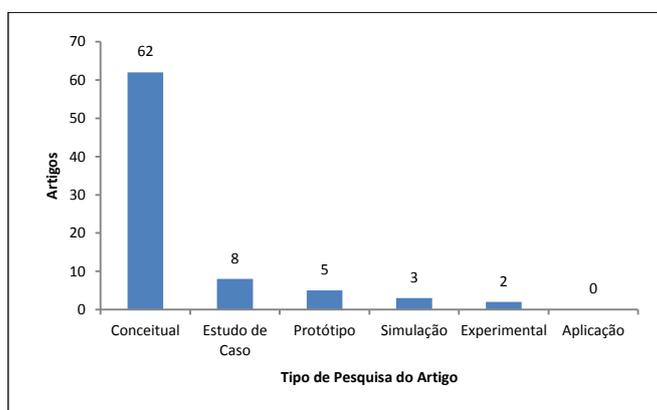


Fonte: Autoria Própria

Figura 4 – Abordagens Indiretas das Tecnologias da Indústria 4.0

Na figura 5 é apresentado o tipo de pesquisa do artigo que foi analisado.

A maior quantidade de artigo que foi analisado é do tipo conceitual, correspondendo 77,5%, estudo de caso 10%, protótipo 6,25%, simulação 3,75%, experimental 2,5% e aplicação 0% do total de 80 artigos analisados.



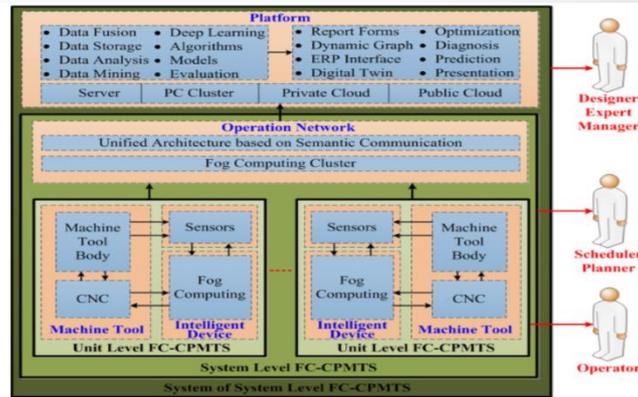
Fonte: Autoria Própria

Figura 5 – Tipo de Pesquisa dos Artigos

Com base na figura 5, foi realizada uma análise nos 8 artigos encontrados sobre estudo de caso, essa análise buscou apresentar sobre as tecnologias da indústria 4.0 utilizadas pelos autores no artigo.

Entretanto, Zhou *et al.* (2018) apresentou uma nova estrutura de Sistemas de Máquinas-Ferramentas Cibernéticas baseada em computação de nuvem (FC-CPMTS). Neste trabalho os autores desenvolveram uma estrutura FC-CPMTS que foi conceitualizada em 4 componentes importantes, sendo eles: percepção e controle, comunicação em rede, computação de dados e plataforma de serviço, e, em seguida, foi utilizada como alvo para o estudo de caso de uma Máquina-Ferramenta CNC do modelo ZK5540A.

A definição do FC-CPMTS foi apresentada pelos autores em 3 subníveis, ou seja, nível de unidade, nível de sistemas e nível de sistema do sistema (Figura 6).



Fonte: Zhou *et al.* (2018)

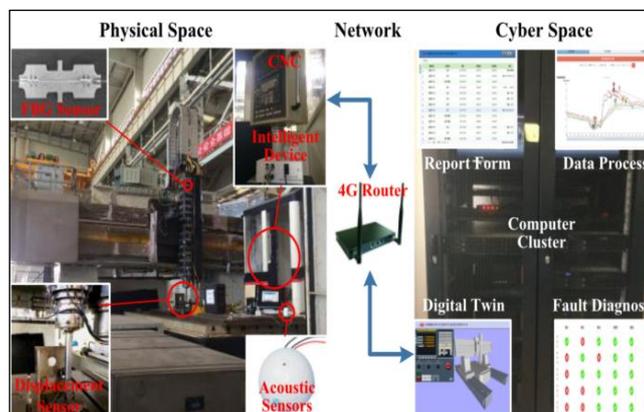
Figura 6 – Estrutura da FC-CPMTS

O nível da unidade visa melhorar a inteligência e a autonomia da máquina-ferramenta CNC. Ele percebe informações dinâmicas em torno da máquina-ferramenta CNC e processa essas informações no ciberespaço. E, em seguida, pondera efetivamente para mudanças externas com base em resultados processados (ZHOU *et al.*, 2018).

O nível do sistema enfatiza a realização de manufatura colaborativa com múltiplos níveis de unidade. Por intermédio da organização, configuração e otimização de tarefas de manufatura de diferentes níveis de unidades, qual o nível do sistema para promover a eficiência da produção e a resposta à velocidade das ordens de produção (ZHOU *et al.*, 2018).

O nível de sistema do sistema se concentra em serviços e gerenciamento abrangentes para todo o sistema de manufatura. Ele processa informações do campo da manufatura e constrói uma base de conhecimento, base de modelo e base de recursos (ZHOU *et al.*, 2018).

Para a implantação do FC-CPMTS, a máquina-ferramenta CNC ZK5540A foi equipada com diversos sensores FBG (Fibre Bragg Grating), ou seja, sensores de vibração, temperatura, deslocamento, acústico e de tensão (Figura 7). Esses sensores foram instalados em uma plataforma de comunicação para compartilhar o máximo de informação sobre a máquina-ferramenta no FC-CPMTS, onde esses dados posteriormente serão processados e utilizados como referência para tomada de decisão. Para garantir essa troca de informação em tempo real, os autores utilizaram as tecnologias *PowerLink* e *NC Union*, que garante o fornecimento dos dados de forma síncrona (ZHOU *et al.*, 2018).



Fonte: Zhou *et al.* (2018)

Figura 7 – FC-CPMTS para Máquina-Ferramenta ZK5540A



No quadro 5 é apresentada uma descrição qualitativa sobre os conceitos das tecnologias da indústria 4.0 encontrados nos artigos analisados.

Tecnologias da I4.0	Definição	Apud
Sistemas Físicos Cibernéticos (CPS)	Refere-se a relação do meio físicos e virtuais, locais e globais, horizontais e verticais em rede, limites dinâmicos do sistema, autonomia parcial ou completa, controle ativo em tempo real, cooperação abrangente entre humano e sistema (GEISBERGER e BROY, 2013). O CPS também é composto por máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento e instalações de produção que foram desenvolvidos digitalmente e integração baseada em tecnologia de comunicação de informação de ponta a ponta da indústria (KAGERMANN, WAHLSTER e HELBIG, 2013).	Mueller, Li e Riedel (2017)
Internet das Coisas (IoT)	É definida como o acesso remoto do meio físico através do ambiente virtual conectado à internet (ATZORI et al. 2010; KHODADADI et al. 2016). O conceito da Internet das coisas consiste em quatro componentes importantes: Conectividade: tecnologia RFID e Redes de Sensores Sem Fio (WSNs); Middleware que atua como uma plataforma através da qual dispositivos heterogêneos podem se comunicar uns com os outros; Computação em nuvem; e, Análise de dados, uma vez que uma grande quantidade de dados gerados será analisada.	Flores, Maklin, Golob, Al-Ashaab e Tucci (2018)
Fábrica Inteligente (SF)	Fábrica inteligente denota um ambiente de produção altamente produtivo de máquinas e materiais conectados e inteligentes, onde o desperdício, o defeito e o tempo de inatividade são minimizados (DIEDERIK et al., 2014). A fábrica inteligente é, de fato, um sistema de fabricação dinâmico-cibernético-humano no qual os recursos físicos são implementados como máquinas e ferramentas inteligentes que se comunicam entre si e com recursos humanos via infra-estrutura IIoT e IoP e WoT (WANG, WAN, ZHANG, LI e ZHANG, 2016).	Morteza Ghobakhloo (2018)
Computação em Nuvem (CC)	São hardware, plataforma e software alojados em nuvem (VOORSLUYS et al. 2011; BUYYA et al. 2009; PANDEY et al. 2013; ASSUNÇÃO et al. 2014). Isso permite o gerenciamento e a reconfiguração de serviços disponíveis na nuvem (MELL et al. 2011), e também, os serviços são oferecidos de forma robusta, confiável em qualquer hora e lugar via internet (MIRASHE et al. 2010; PANDEY et al. 2013; AGRAWAL et al. 2011).	Melano, Lovelle, Montenegro, Granados e Crespo (2017)
	É computação em rede, o usuário desse recurso não necessita instalar software complexos, basta conectar os dispositivos em uma interface simples e utilizar todos os recursos da nuvem como modo de operação (YEN et al. 2014).	Yen, Liu, Lin, Kao, Wang e Hsu (2014)
Segurança Cibernética (CS)	É a barreira que assegura os ataques contras as informações importantes da indústria (WOLF e SERPANOS, 2017), destinado a afetar o processo de fabricação ou destruir dados através do sistema, levando a qualidade de defeitos nos produtos ou até mesmo o desligamento completo do processo (YU et al. 2017).	Kamble, Gunasekaran e Gawankar (2018)
Internet de Serviço (IoS)	Utiliza as tecnologias de rede com intuito de permitir as empresas e usuários privados para combinar, criar e oferecer novos tipos de serviços de valores agregados (WAHLSTER, GRALLERT, WESS, FRIEDRICH, WIDENKA, 2014).	Hofmann e Rüschi (2017)

Fonte: Autoria Própria

Quadro 5 – Definição das Tecnologias da Indústria 4.0

#### 4. Conclusão

O objetivo principal deste trabalho foi realizar um estudo dos conceitos da Indústria 4.0 buscando achados, tendências e aplicações, com o método de pesquisa via revisão sistemática de literatura (ou R.S.L.).

Como conclusão tem-se que a Indústria 4.0 é um assunto bastante amplo e que afeta diretamente o setor produtivo da indústria e outros setores habilitadores tecnologicamente. A Indústria 4.0 é um termo relativamente novo e que atualmente se encontra em fase de desenvolvimento conceitual, por isso não se encontra uma aplicação ou um organograma específico e fixo, o que dificulta uma definição única, consensual e exata do termo no momento.

Em linhas gerais, o que se apreende dos artigos publicados é que, as indústrias que adotarem esses conceitos dessa quarta revolução industrial se tornarão mais competitivas, segundo o que vem se apregoando pelos especialistas e pesquisadores.

Nas pesquisas dos artigos também foi observado que outros países se encontram mais avançados, principalmente, Japão, EUA, Coréia do Sul, Inglaterra e Alemanha, por terem uma política industrial definida e consensada entre governo, universidades e centros de pesquisa, sindicatos de metalúrgicos, associações de engenharia, além de representantes importantes da sociedade civil como um todo. Também, foi observada uma série de estudos voltados para indústria 4.0 desde 2008 nesses países, e que a mesma é bastante priorizada e colocada como estratégico em suas políticas industriais.

Com base na Revisão Sistemática da Literatura, evidenciou-se um aumento de publicação de artigos sobre os estudos voltados aos conceitos da Indústria 4.0 entre os anos 2014 a 2018. E também, entre as tecnologias analisadas, a Internet de Serviços (IoS) foi a componente menos citada nos artigos encontrados, então, há a necessidade de estudos voltados a esta tecnologia para expor mais sobre seus conceitos, definições, possíveis dificuldades de desempenho, e até mesmo aplicações ou estudos de caso com essa tecnologia.

Nesta Revisão Sistemática da Literatura, também foi observado que as palavras chaves mais utilizadas pelos autores é Indústria 4.0, Internet das Coisas, CPS, podendo ser consideradas como uma tendência para pesquisas futuras para aprofundamento desses conceitos no contexto de Indústria 4.0.

Em síntese, há muito o que explorar nesse novo ambiente e o que está publicado até o momento trata-se de investigações preliminares e ainda carecem de maiores experimentações, testes e acompanhamento do desempenho dos sistemas produtivos nesse contexto.

#### 5. Referências

**FLORES, M. et al.** *Awareness Towards Industry 4.0: Key Enablers and Applications for Internet of Things and Big Data.* p. 1-10, 2018.

**GHOBAKHLOO, M.** *The Future Of Manufacturing Industry: A Strategic Roadmap Toward Industry 4.0.* p. 1-29, vol. 29, 2018.

**MUELLER, E.; CHEN, X-L; RIEDEL, R.** *Challenges and Requirements for the Application of Industry 4.0: A Special Insight with the Usage of Cyber-Physical System.* p. 1-8, 2017.

MELANO, J. I. R. et al. *Metamodel for Integration of Internet of Things, Social Networks, The Cloud and Industry 4.0*. p. 1-15, 2017.

YEN, C. et al. *Advanced Manufacturing Solution to Industry 4.0 trend through Sensing Network and Cloud Computing Technologies*. p. 1-3, 2014.

KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; GAWANKAR, S. A. *Sustainable Industry 4.0 Framework: A Systematic Literature Review Identifying the Current Trends and Future Perspectives*. p. 1-18, 2018.

HOFMANN, E.; RUSCH, M. *Industry 4.0 and the Current Status as Well as Future Prospects on Logistics*. p. 1-12, 2017.

ZHOU, Z. et al. *Fog Computing-Based Cyber-Physical Machine Tool System*. p. 1-11, vol. 6, 2018.

RODRIGUES, L.F.; JESUS, R.A.; SCHÜTZER, K. (2016). *Indústria 4.0 – Uma Revisão da Literatura*. *Revista de Ciência & Tecnologia*. v. 19, n. 38, p. 33-45. 2016.

GTAI (2014). *Industrie 4.0: Smart Manufacturing for the Future*. Jul. 2014. *GERMANY TRADE & INVEST*. Disponível em:

[http://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/\\_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf](http://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf). Acesso em: 09/11/2017.

CNI (2016). **Desafios para Indústria 4.0 no Brasil**. Confederação Nacional da Indústria. Disponível em:

<http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-4.0-no-brasil/> Acesso em: 10/11/2017.