

**GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS:  
COMPARAÇÃO DAS COMPETÊNCIAS  
*HARD SKILLS* E *SOFT SKILLS* LISTADAS  
NA LITERATURA, COM A PERCEPÇÃO  
DAS EMPRESAS E ESPECIALISTAS  
DA INDÚSTRIA 4.0**

**FANNY KOVALESKI |  
CLAUDIA TANIA PICININ |**



**AYA EDITORA  
2020**

**GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS:  
COMPARAÇÃO DAS COMPETÊNCIAS  
*HARD SKILLS* E *SOFT SKILLS* LISTADAS  
NA LITERATURA, COM A PERCEPÇÃO  
DAS EMPRESAS E ESPECIALISTAS  
DA INDÚSTRIA 4.0**

**FANNY KOVALESKI |  
CLAUDIA TANIA PICININ |**



**AYA EDITORA  
2020**

# ENGENHARIAS

FANNY KOVALESKI  
CLAUDIA TANIA PICININ

Editor Chefe:	Profº Dr. Adriano Mesquita Soares
Bibliotecária:	Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347
Capa:	Designed by Freepik
Diagramação:	Ana Lucia Ribeiro Soares
Revisão:	Os Autores

## Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andreia Antunes da Luz - Faculdade Sagrada Família

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daiane Maria De Genaro Chiroli - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.<sup>o</sup> Dr. Gilberto Zammar - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues - Faculdade Sagrada Família

Prof.<sup>o</sup> Dr. João Luiz Kovaleski - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.<sup>o</sup> Me. Jorge Soistak - Faculdade Sagrada Família

Prof.<sup>o</sup> Me. Luiz Henrique Domingues - Universidade Norte do Paraná

Prof.<sup>o</sup> Me. Myller Augusto Santos Gomes - Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Pauline Balabuch - Faculdade Sagrada Família

Prof.<sup>o</sup> Me. Pedro Fauth Manhães Miranda - Centro Universitário Santa Amélia

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Regina Negri Pagani - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.<sup>o</sup> Me. Rudy de Barros Ahrens - Faculdade Sagrada Família

Prof.<sup>a</sup> Ma. Sílvia Aparecida Medeiros Rodrigues - Faculdade Sagrada Família

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sílvia Gaia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sueli de Fátima de Oliveira Miranda Santos - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Thaisa Rodrigues - Instituto Federal de Santa Catarina



© 2020 O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição *Creative Commons* 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

# ENGENHARIAS

## GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS: COMPARAÇÃO DAS COMPETÊNCIAS *HARD SKILLS E SOFT SKILLS* LISTADAS NA LITERATURA, COM A PERCEPÇÃO DAS EMPRESAS E ESPECIALISTAS DA INDÚSTRIA 4.0

Editor Chefe:	Profº Dr. Adriano Mesquita Soares
Bibliotecária:	Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347
Capa:	Designed by Freepik
Diagramação:	Ana Lucia Ribeiro Soares
Revisão:	Os Autores

Kovaleski, Fanny

K884      Gestão de recursos humanos: comparação das competências hard skills e soft skills listadas na literatura, com a percepção das empresas e especialistas da indústria 4.0 / . Fanny Kovaleski; Claudia Tania Picinin. -- Ponta Grossa: Aya, 2020.  
101 p.. -- ISBN: 978-65-88580-00-4

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.  
Modo de acesso: World Wide Web.  
DOI: 10.47573/aya.88580.1.0

1. Industrialização. 2 Indústria 4.0. 3. Trabalhador. 4. Competências. 5. Recursos humanos. I. Picinin, Claudia Tania. II. Título.

CDD: 658.3

## AYA Editora



+55 (42) 3086-3131



contato@ayaeditora.com.br



<https://ayaeditora.com.br>



Rua: João Rabello Coutinho, 557  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
84.071-150

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
OBJETIVO GERAL .....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
JUSTIFICATIVA .....	10
ESTRUTURA DO TRABALHO .....	12
<b>INDÚSTRIA 4.0 E O TRABALHADOR</b> .....	<b>13</b>
BREVE HISTÓRICO DA INDÚSTRIA 4.0 .....	13
PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 .....	18
COMPETÊNCIAS DOS TRABALHADORES NA INDÚSTRIA 4.0.....	30
<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>43</b>
CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA E PERGUNTA DE PESQUISA .....	43
MÉTODO PARA CONSTRUÇÃO DA REVISÃO DE LITERATURA (CORPUS DOCUMENTAL)....	44
MÉTODO PARA ELABORAÇÃO DO <i>CHECKLIST</i> .....	45
<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>50</b>
RESULTADOS DA REVISÃO DE LITERATURA .....	50
RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO CHECKLIST (QUESTIONÁRIO) .....	59
DISCUSSÕES: COMPARAÇÕES DO CHECKLIST, ELABORADO A PARTIR DA LITERATURA, COM A PERCEPÇÃO DAS EMPRESAS E ESPECIALISTAS DA ACADEMIA DA INDÚSTRIA 4.0	64
<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>76</b>
<b>APÊNCIDE A - COMBINAÇÃO DAS PALAVRAS-CHAVE E COLETA FINAL</b> .....	<b>87</b>
<b>APÊNCIDE B - QUESTIONÁRIOS</b> .....	<b>93</b>
<b>ANEXO A - RESULTADO FINAL DA SELEÇÃO DE ARTIGOS APÓS A APLICAÇÃO DA ETAPA 7 DO METHODI ORDINATIO®</b> .....	<b>95</b>

# RESUMO

## Como citar:

KOVALESKI, Fanny; PICININ, Claudia Tania. **Comparação das Competências Hard Skills e Soft Skills Listadas na Literatura, com a Percepção das Empresas e Especialistas da Indústria 4.0.** Ponta Grossa: AYA Editora, 2020.

A nova era industrial ou também chamada de Indústria 4.0, caracterizada por fábricas inteligentes, conectadas e descentralizadas, estão alterando as máquinas, os processos produtivos e seus produtos. Especula-se que estas mudanças também trazem desafios no que diz respeito as estruturas econômicas e à estrutura do trabalho. Os sistemas industriais em constante transformações, impactam diretamente no perfil da força de trabalho. Assim, este trabalho tem por objetivo comparar as competências *hard skills* e *Soft Skills*, listadas na literatura, com a percepção das empresas e especialistas da academia da Indústria 4.0. Para tanto, procedeu-se de uma revisão de literatura, para a identificação das competências, em seguida, pela construção do checklist/questionário e seleção das empresas (DAF Caminhões, O Boticário, Klabin e Tetra Pak) e dos especialistas da academia (UTFPR, UFPR, UEPG, PUCPR e UP) e por fim, pelo envio/aplicação do checklist/questionário. Desse modo, observou-se quais são as competências *hard skills* e *soft skills* mais relevantes para a literatura e na percepção de empresas e especialistas da academia (Interação Homem-máquina, Adaptabilidade, Alta Qualificação, Interdisciplinaridade, Criatividade/Inovação, Flexibilidade, Capacitação em tecnologias habilitadoras e Pensamento Holístico). O que permitiu concluir que há semelhanças e diferenças entre literatura, empresas e especialistas da academia em relação as competências *hard skills* e *Soft Skills* requeridas aos trabalhadores da Indústria 4.0. Os resultados também auxiliam as universidades a adaptarem-se de acordo com as necessidades das competências dos trabalhadores nas empresas, e o setor de recursos humanos a desenvolver treinamentos para a capacitação destas competências, de acordo com as exigências das indústrias.

**Palavras-chave:** Industrialização. Indústria 4.0. Trabalhador. Competências. Recursos Humanos.

# ABSTRACT

The new industrial age, also called Industry 4.0 and characterized by intelligent, connected, and decentralized factories are changing the machines, the production processes, and their products. It is speculated that these changes also bring challenges as regards the economic structures and the working structure. Industrial systems in constant transformation directly affect the profile of the workforce. Thus, the aim of this study is to compare the *hard skills* and *Soft Skills* competences, listed in the literature, with the perception of companies and Academy specialists of Industry 4.0. To do so, a literature review was carried out to identify the competencies, followed by the construction of the checklist / questionnaire, and the companies selection (DAF Trucks, O Boticário, Klabin, and Tetra Pak) and the academy specialists (UTFPR, UFPR, UEPG, PUCPR, and UP), and finally, by sending / applying the checklist / questionnaire. Therefore, it was observed the *hard skills* and *Soft Skills* competences most relevant to the literature and in the companies and academy specialist's perception (Man-machine interaction, Adaptability, High Qualification, Interdisciplinarity, Creativity / Innovation, Flexibility, Enabling technologies qualification, and holistic thinking). This allowed us to conclude that there are similarities and differences between literature, companies, and academy specialists in relation to the *hard skills* and *Soft Skills* competences required of the workers of Industry 4.0. The results also help universities adapt to the needs of workers' competencies in the companies, and the human resources sector to develop training for to qualify these competencies, according to the industries requirements.

**Keywords:** Industrialization. Industry 4.0. Worker. Skills. Human Resources.

# INTRODUÇÃO

O tema Indústria 4.0 tem sido discutido, principalmente, na Alemanha com características de uma nova revolução industrial (LEE; KAO; YANG, 2014). A Indústria 4.0 representa um conceito de indústria inteligente, pois as máquinas e os produtos são integrados (IVANOV, 2015) com atributos de adaptabilidade e utilização com eficiência de recursos produtivos (JASIULEWICZ-KACZMAREK; SANIUK; NOWICKI, 2017). Partindo desse princípio, na Indústria 4.0 possivelmente tudo estará conectado, facilitando a troca de dados e de informações (SCHLECHTENDAHL *et al.*, 2015).

A partir da integração da automação e dos processos digitais criam-se oportunidades tanto para o sistema produtivo como para os trabalhadores, e, em contrapartida, desencadeia ciclos ainda desconhecidos (HECKLAU *et al.*, 2016).

Dentre os contextos ainda desconhecidos da Indústria 4.0 está a qualificação do trabalhador, pois requisitos distintos necessitam serem atendidos (GORECKY; KHAMIS; MURA, 2015). A qualificação de recursos humanos é essencial na Indústria 4.0 (PARK; LEE, 2017), visto que, embora não seja consenso, não há a substituição de mão de obra humana por inteligência artificial (SPATH *et al.*, 2013). Na Indústria 4.0 o trabalho humano sofre modificações (BECKER, STERN, 2016), mas não é substituído inteiramente por equipamentos.

No fenômeno conhecido como Indústria 4.0, ainda que ocorra a integração da automação e processos digitalizados simultâneos, continua havendo a necessidade de pessoas qualificadas no trabalho (SPATH *et al.*, 2013; BECKER; STERN, 2016; PFEIFFER, 2016; VYSOCKY; NOVAK, 2016; PERUZZINI; PELLICCIARI, 2017), embora especulasse que esses modelos de fábricas impactem diretamente no emprego dos trabalhadores (SACKEY; BESTER, 2016).

Com alterações dos processos produtivos e industriais, certamente essas mudanças se estendem à qualificação das pessoas e à exigência das competências dos trabalhadores (GEBHARDT; GRIMM; NEUGEBAUER, 2015; SACKEY; BESTER, 2016). Sendo assim, principalmente em países emergentes como o Brasil, há a necessidade de maiores estudos científicos sobre o tema para aprofundar a integração entre a Indústria 4.0 e as competências dos trabalhadores dessas fábricas.



O cenário da Indústria 4.0 tende a alterar o design e a organização do trabalho nas fábricas, assim como as competências requeridas pelos trabalhadores, mudando as suas chances de empregabilidade. Neste contexto, a questão que o presente trabalho pretende responder é: Qual a relação entre as competências *hard skills* e *Soft Skills*, listadas na literatura, com a percepção das empresas e especialistas da academia da Indústria 4.0?

Este trabalho utilizará o conceito de *hard skills* e *Soft Skills* para separar em duas categorias as competências que a Indústria 4.0 tem requerido dos seus trabalhadores.

Para Chell e Athayde (2011), as competências *hards* exigem do profissional elevado grau de conhecimento e é essencial alcançar um alto nível de competência em um conhecimento particular (por exemplo, um cirurgião). Já as competências *softs* constituem comportamentos e podem ser adquiridos através da experiência. No entanto, a execução bem-sucedida de competências *softs* é provavelmente mais desafiante.

A interação e o desempenho do homem no ambiente produtivo estão em constantes transformações. A chegada da nova era industrial provocará alterações significativas em como os trabalhadores industriais desempenham suas tarefas. O rápido desenvolvimento tecnológico anexos à Indústria 4.0 tornarão os funcionários desatualizados.

### OBJETIVO GERAL

Comparar as competências *hard skills* e *Soft Skills*, listadas na literatura, com a percepção das empresas e especialistas da academia da Indústria 4.0.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar na literatura as competências *hard skills* (técnicas) mais requeridas aos trabalhadores da Indústria 4.0;
- Identificar na literatura as competências *Soft Skills* (pessoais) mais requeridas aos trabalhadores da Indústria 4.0;
- Gerar um checklist das competências *hard skills* e *Soft Skills* dos trabalhadores da Indústria 4.0;
- Identificar a percepção das empresas para as competências *hard skills* e *Soft Skills* dos trabalhadores da Indústria 4.0; e

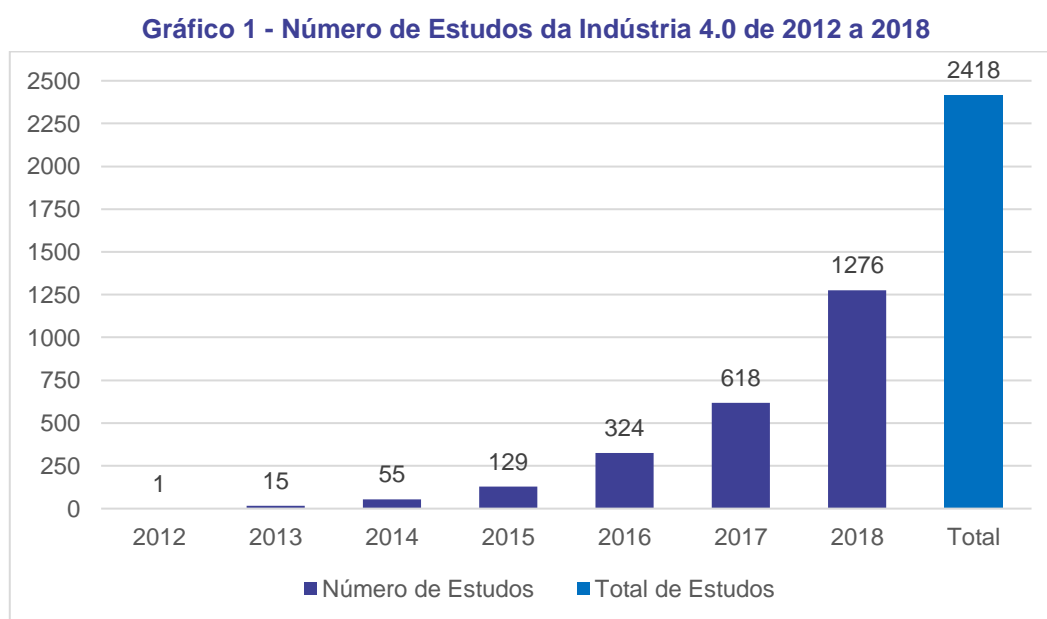
## INTRODUÇÃO

- Identificar a percepção dos especialistas da academia para as competências *hard skills* e *Soft Skills* dos trabalhadores da Indústria 4.0.

## JUSTIFICATIVA

Este trabalho justifica-se por sua relevância em três grandes áreas: (i) acadêmica; (ii) social; (iii) industrial.

Quanto à justificativa acadêmica, o Gráfico 1 apresenta o número de estudos em Indústria 4.0 retornados em uma busca com a inserção da palavra-chave “Indústria 4.0” nas bases de dados Scopus, Web of Science e Science Direct (restringindo a busca para a artigos originais e artigos de revisão).



Fonte: Autoria própria

Verifica-se que de 2012 para 2018 o número de estudos é crescente. A maioria dos trabalhos são direcionados a área de Engenharia, seguidos da área de Ciência da Computação. A crescente divulgação de estudos sobre a Indústria 4.0 enfatiza a relevância de pesquisas da temática na área industrial e acadêmica.

No âmbito social, considerando o exposto por Pinzone *et al.* (2018) em que um modo de tornar e aumentar a interação entre o homem e os novos ambientes de trabalho é por intermédio do desenvolvimento de novas competências do trabalhador, este estudo justifica-se por buscar conhecer as competências exigidas nesses novos cenários de trabalho. De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008), o presente trabalho justifica sua inserção na

Engenharia de Produção por inserir-se na subárea do conhecimento Engenharia do Trabalho, em que a mesma aborda a interface entre máquina – ambiente – homem – organização.

Assim, o presente estudo insere-se na área de Engenharia de Produção, no grupo de pesquisa Gestão de Recursos Humanos para o Ambiente Produtivo (GRHAP) e na linha de pesquisa Industrialização do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Com as recentes mudanças nas organizações e a industrialização sofrendo modificações recorrentes, os recursos humanos veem se adaptando para conseguir alinhar as capacidades dos trabalhadores aos requisitos da empresa. A gestão eficaz do capital humano (habilidades, conhecimentos e capacidades) é componente essencial para o desempenho da organização.

A pesquisa justifica-se no âmbito industrial por gerar um *checklist* com as competências dos trabalhadores da Indústria 4.0, podendo assim facilitar a área de recrutamento e treinamento da empresa (Recursos Humanos) com a fácil visualização das competências que são necessárias no ambiente 4.0.

Por fim, quando se relacionam as palavras-chaves *Industry 4.0*, *Hard Skills* e *Soft Skills*, nas bases de dados Scopus, Web of Science e Science Direct, no período de 2011 a 2018, obtêm-se apenas três estudos, todos do ano de 2017 e de três diferentes países: Itália, República Checa e Romênia. Os estudos são apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1 - Estudos Relacionando as Palavras-Chaves Industry 4.0, Hard Skills e Soft Skills**

Título	Palavras-Chaves	Metodologia	Principais Resultados	Autores
<i>How will change the future engineers' skills in the Industry 4.0 framework? A questionnaire survey</i>	Indústria 4.0; Habilidades Estudantis; Habilidades Digitais; Educação em Engenharia; Questionário.	Um questionário foi aplicado a 463 alunos de graduação em engenharia, em três universidades italianas, para investigar se os estudantes de engenharia da Itália estão efetivamente prontos para a Indústria 4.0 ou ainda trabalhando nela.	Identificou-se através do questionário que há a necessidade de criar um conhecimento mais amplo e estruturado dos conceitos básicos e relacionados da nova revolução industrial. -Nova categoria de habilidades, as chamadas habilidades digitais.	Motyl <i>et al.</i> (2017)
<i>Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0</i>	Educação 4.0; Indústria 4.0; Gestão de Recursos Humanos;	Baseada na implementação da Indústria 4.0, através de um modelo em que	-Há a necessidade de trabalhadores qualificados em computação, algoritmos de autoaprendizagem e	Benešová e Tupa (2017)

	Fábrica Inteligente; Qualificação.	apresenta quatro fases básicas (proposto pela empresa AIMTEC), os autores tentam identificar cargos e qualidades dos trabalhadores nas empresas da nova era digital.	análise de dados. Resultando na criação de novos currículos e disciplinas no ensino superior.	
<i>Assessment procedure for the Soft Skills requested by Industry 4.0</i>	Não há palavras-chaves no artigo	Aplicação de um teste de avaliação psicológica à 90 alunos das disciplinas Robótica, Máquinas-Ferramentas e Logística, com a finalidade na obtenção de um mapa de competências e qualidades pessoais necessários para avaliar a exigência dos ambientes da Indústria 4.0.	-Após a análise da literatura concluiu-se que não existe um procedimento claro para a avaliação das competências e qualidades pessoais ( <i>Soft Skills</i> ) solicitadas pela Indústria 4.0.	Cotet, Balgiu e Negrea (2017)

Fonte: Autoria própria

Verifica-se, a partir do Quadro 1, que ainda não há estudos em que apresentam as competências (*hard skills* e *Soft Skills*) requeridas aos trabalhadores da Indústria 4.0 e suas comparações com empresas e especialistas da academia.

Benešová e Tupa (2017) citam atrasos nas pesquisas na área da Indústria 4.0 no que diz respeito a novas discussões de como desenvolver competências necessárias para nova era industrial e afirmam que as competências e qualificações dos trabalhadores são essenciais para o sucesso na Indústria 4.0.

## ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho estruturou-se em cinco capítulos. O capítulo 1 apresenta a introdução do trabalho, o problema de pesquisa e seus objetivos e justificativa. Por sua vez, o capítulo 2 aborda o referencial teórico do trabalho que versa sobre a Indústria 4.0 e o trabalhador. O capítulo 3 expõe o método utilizado para construção da revisão de literatura e a metodologia da pesquisa. No capítulo 4 são apresentados os resultados e discussões. Por fim, no capítulo 5 expõem-se as conclusões do trabalho.

# INDÚSTRIA 4.0 E O TRABALHADOR

A Indústria 4.0 é o meio de produção inteligente, conectada e descentralizada, em que competências, máquinas e produtos surgem e surgirão para descrevê-la. Aumentar a eficiência produtiva e melhorar a qualidade do produto são desafios que requerem uma ampla compreensão de tecnologias, métodos e ferramentas, considerando a necessidade do rompimento de conhecimentos e barreiras organizacionais (ALBERS *et al.*, 2016).

Este capítulo abordará as discussões relevantes que abrangem a temática da Indústria 4.0. Serão apresentados um breve histórico e as principais tecnologias que surgem anexas a Indústria 4.0.

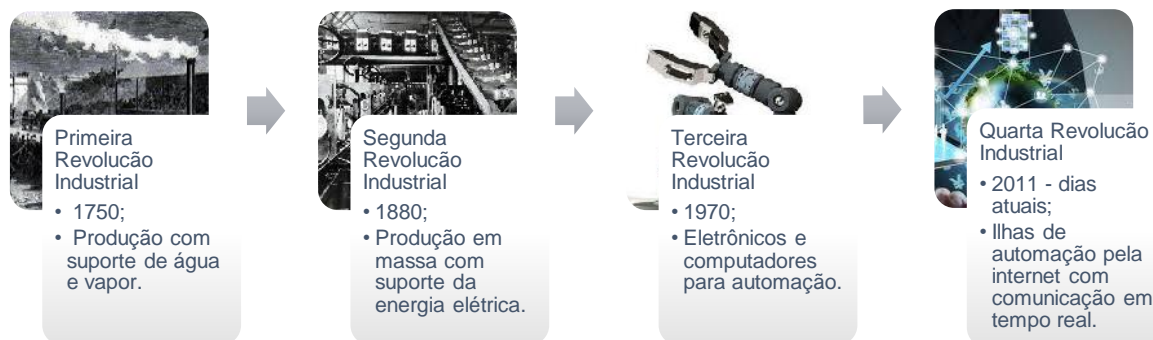
## BREVE HISTÓRICO DA INDÚSTRIA 4.0

O termo “Indústria 4.0” foi publicamente divulgado pela primeira vez em 2011, na Alemanha, país em que a representatividade das indústrias manufatureiras é uma das mais competitivas do mundo. Representantes de organizações, da política e da academia alemã abordaram a Indústria 4.0 como um fortalecimento à competitividade da indústria e uma das principais iniciativas de estratégia de tecnologia, em que induziu as empresas, pesquisadores e universidades a discutirem esse assunto em numerosas publicações (BAHRIN *et al.*, 2016; BAENA *et al.*, 2017).

O conceito se concentra na interligação de fábricas, dentro e fora, por meio da internet e novas tecnologias (KANG *et al.*, 2016), tornando-se assim, um conceito de indústria inteligente. Máquinas e produtos interagirem uns com os outros (IVANOV *et al.*, 2015). Nesse contexto, a ideia base da Indústria 4.0 é tudo estar conectado, facilitando a troca de dados e de informações, diante da criação de redes inteligentes ao longo de toda a cadeia de valor, que por sua vez, é controlada de forma autônoma, auxiliando na tomada de decisão rápida e flexível (SCHLECHTENDAHL *et al.*, 2015; BASL, 2017).

A Figura 1 apresenta um resumo da evolução das revoluções industriais até a chegada, no final de 2011, da quarta revolução industrial.

Figura 1 - Revoluções Industriais



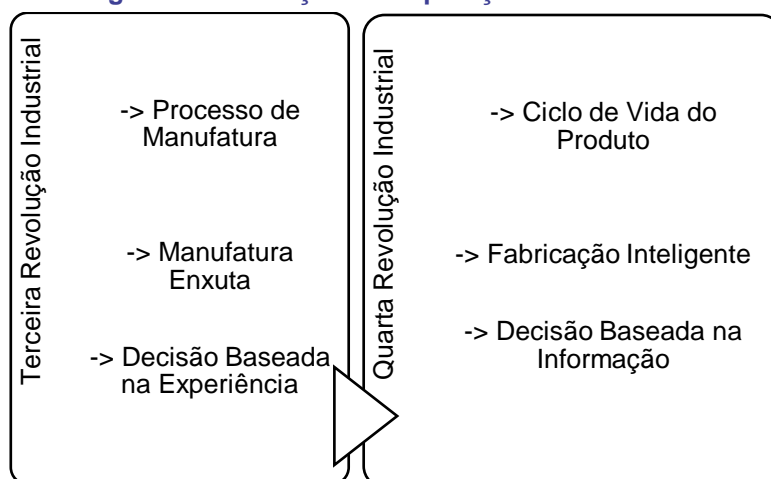
Fonte: Adaptado de Binner (2014)

A primeira revolução industrial iniciou na Inglaterra no final do século XVIII, caracterizada pela produção mecânica auxiliada pelo motor a vapor, em seguida, a segunda revolução, ocorrida no início do século XX, foi caracterizada pela produção em massa e introdução de correias transportadoras. A terceira revolução deu-se pelos sistemas de automação e pela tecnologia da informação. Já a quarta revolução, está sendo caracterizada pelos robôs autônomos, sistemas cibernéticos, novas tecnologias gerando novas competências exigidas dos colaboradores e pelas fábricas estarem se transformando em ambientes mais produtivos, flexíveis e seguros (BINNER, 2014; BAHRIN *et al.*, 2016; KANG *et al.*, 2016).

De acordo com Silva e Silva (2009), uma revolução industrial é caracterizada quando se há intensas transformações nas técnicas produtivas e nas tecnologias de produção. Ainda, Hobsbawn (2000, p. 13) afirma que “acima de tudo, determinada etapa histórica não é permanente e a sociedade humana é uma estrutura bem-sucedida porque é capaz de mudança”, ou seja, os seres humanos são naturalmente preparados para as mudanças e transformações que ocorreram ou ocorrerão entre as revoluções industriais.

Crnjac, Veža e Banduka (2017) salientam, conforme a Figura 2, as principais mudanças previstas nas operações das fábricas, da terceira revolução para a quarta revolução industrial.

**Figura 2 - Mudanças nas Operações das Fábricas**



Fonte: Adaptado de Crnjac, Veža e Banduka (2017)

As mudanças acontecerão em todo o processo produtivo, transformando o processo industrial vigente em uma produção inteligente (CRNJAC; VEŽA; BANDUKA, 2017).

Basl (2017) cita importantes documentos alemães que direcionam as empresas e pesquisadores na adoção e no crescimento da Indústria 4.0. Um desses documentos é o Assembly 4.0. A expectativa do governo alemão é de um crescimento de 1,7% ao ano na Indústria 4.0, até 2020. Países como Estados Unidos e China também lançaram documentos com uma promessa para implementação da Indústria 4.0.

Bedolla, D'antonio e Chiabert (2017) apresentam os países mais industrializados que financiam programas nacionais e internacionais, em que começam a promover a iniciativa da Indústria 4.0 nas organizações. O Quadro 2 exhibe esses países e a terminologia adotada para esses programas e iniciativas.

**Quadro 2 - Terminologias Adotadas aos Programas da Indústria 4.0**

Países	Terminologia Adotada
Brasil, Argentina, México, Austrália, Alemanha, Portugal e República Checa	Indústria 4.0
Índia	<i>Make in India</i>
Canadá	<i>Industrie 2030</i>
Estados Unidos	<i>Advanced Manufacturing</i>
China	<i>Made in China 2025</i>
Japão	<i>Connected Factories</i> e <i>Industrial Value Chain Initiative</i>
Coréia do Sul	<i>Innovation in Manufacturing 3.0</i>
Reino Unido	<i>Catapult Centres</i>
França	<i>Usine du Futur</i>
Suécia	<i>Smart Industry</i>
Espanha	<i>Industria Conectada 4.0</i>

Itália	<i>Fábrica Inteligente</i>
Taiwan	<i>Productivity 4.0</i>
Singapura	<i>Innovation and Enterprise 2020</i>

Fonte: Adaptado de Ang *et al.* (2017) e Bedolla, D'antonio e Chiabert (2017)

Observa-se uma grande variedade de terminologias como usina do futuro, fábrica inteligente, indústria conectada 4.0, indústria inteligente, fábricas conectadas e fabricação avançada. Todos os programas buscam novos modelos empresariais e novas tecnologias impactando nas pessoas e nas organizações (ANG *et al.*, 2017; BEDOLLA; D'ANTONIO; CHIABERT, 2017).

Baena *et al.* (2017) complementam que países como a França, Alemanha, Estados Unidos, Espanha, México e Brasil estão considerando trajetórias rápidas para a implementação dessa nova proposta industrial. Em contrapartida, as incertezas também configuram uma limitação em que os engenheiros devem obter novas competências frente às mudanças nas estratégias de ensino.

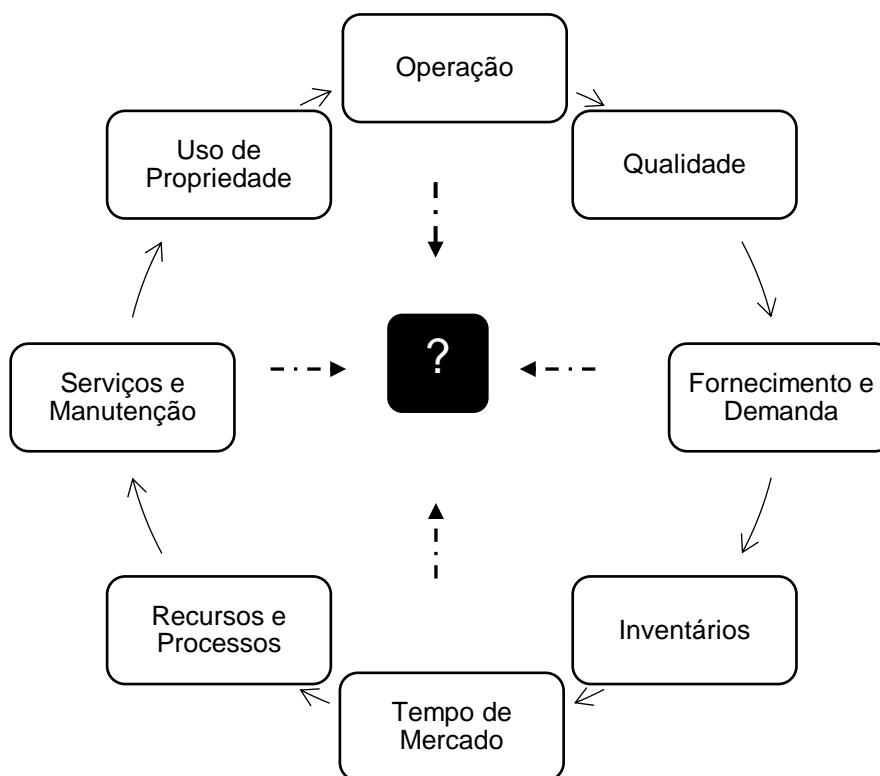
Lasi *et al.*, (2014) abordam as principais barreiras/adaptações, em que as indústrias terão ao se introduzirem na Indústria 4.0, sendo:

- a) Flexibilidade: o desenvolvimento de produtos, especificamente na produção, deve ser mais flexível para atender a nova estrutura das empresas;
- b) Descentralização: as hierarquias organizacionais devem ser reduzidas e as tomadas de decisões mais rápidas; e
- c) Eficiência dos recursos: para atender ao cenário emergente, há a necessidade de foco intenso na sustentabilidade.

Crnjac, Veža e Banduka (2017) constatam que há oito áreas separadas de atividades, mas com o passar dos anos o processo de implementação da Indústria 4.0 tende a conectar progressivamente todas estas áreas em uma única. A conexão dessas áreas é exibida na Figura 3.



Figura 3 - Oito Áreas de Atividades Vigentes nas Indústrias



Fonte: Adaptado de Crnjac, Veža e Banduka (2017)

Crnjac, Veža e Banduka (2017) realçam, presumivelmente, que essas oito áreas se integrarão em uma única grande área ainda desconhecida. Na área de operação os robôs são inseridos para auxiliar no aumento da velocidade das operações; em qualidade, com ajuda do controle avançado do processo, as correções são rápidas e os erros minimizados e evitados. Recursos e Processos e Inventários tem a ajuda de sensores, em que o uso e armazenamento de materiais é eficiente. As demais áreas contarão com o auxílio de novas tecnologias para se tornarem cada vez mais eficientes.

Ainda, a Figura 4 apresenta a integração horizontal proveniente da Indústria 4.0.

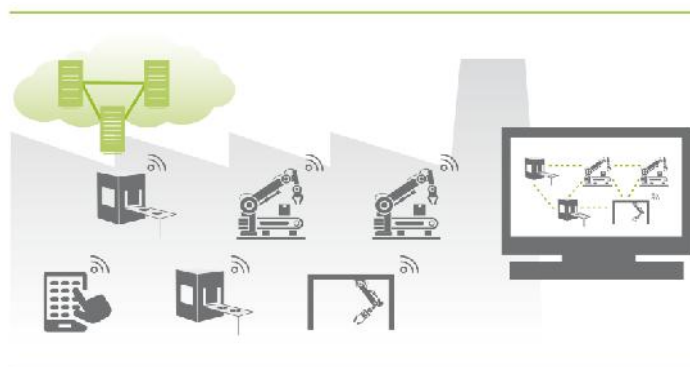
Figura 4 - Integração Horizontal



Fonte: *Implementation Strategy Industrie 4.0* (2016, p. 48)

Já a Figura 5 apresenta a integração vertical proveniente da Indústria 4.0.

**Figura 5 - Integração Vertical**



**Fonte: Implementation Strategy Industrie 4.0 (2016, p. 48)**

De acordo com Marques *et al.* (2017), na Indústria 4.0, a integração vertical deve ser flexível e adaptável e possuir uma integração interna total da empresa. Já a horizontal permite a integração total de toda cadeia produtiva da empresa até a entrega do produto ao cliente final.

Por fim, a Indústria 4.0 permite:

A produção inteligente, eficiente, eficaz, individualizada e personalizada a um custo razoável. Com a ajuda de computadores mais rápidos, máquinas mais inteligentes, sensores menores, armazenamento e transmissão de dados mais baratos podem tornar as máquinas e os produtos mais inteligentes para se comunicar com cada um e aprender uns com os outros (VAIDYA; AMBAD; BHOSLE, 2018, p. 239).

Todas as revoluções industriais trouxeram novos conceitos de produção e, principalmente, novas tecnologias, ocasionando na necessidade de integração de todo o processo produtivo, tornando-se gradativamente um desafio. Pressupõe-se que as tecnologias que surgem com a Indústria 4.0 estão interligadas. A virtualização dos processos ocorre aliada com a comunicação em tempo real. Essas modernas tecnologias, mudam a cultura corporativa (BINNER, 2014; (DOMBROWSKI; WAGNER, 2014; HOZDIĆ, 2015; BANGEMANN *et al.*, 2016; BAENA *et al.* 2017) e aumentam a complexidade dos sistemas de produção existentes (DOMBROWSKI; WAGNER, 2014; HOZDIĆ, 2015). Assim, a seção 2.2 apresenta as principais tecnologias da Indústria 4.0

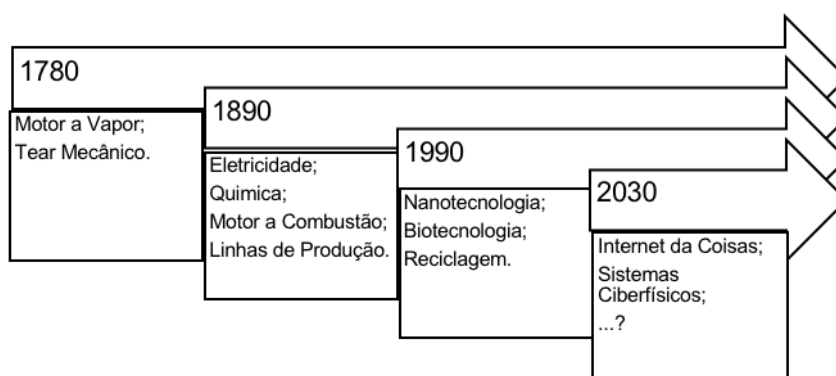
### PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0

As novas tecnologias que surgem em anexo à Indústria 4.0, são individualmente importantes para o processo, mas a combinação dessas tecnologias possibilita que elas cooperem entre si, proporcionando a integração perfeita de todas as atividades (ANG *et al.*, 2017), ou seja, integração de toda a rede de produtos e processos de produção.

Retrospectivamente, o desenvolvimento revolucionário anterior da fabricação desde o seu início até a contemporaneidade, observa-se que o período entre as revoluções foi drasticamente reduzido. É inevitável a integração nos sistemas de produção, o que afeta o aumento da complexidade dos sistemas de produção existentes, bem como, novos sistemas ainda inexistentes ou recentes, como os sistemas de produção ciberfísicos (SHAFIQ *et al.*, 2015).

Dombrowski e Wagner (2014) retratam a cronologia das principais tecnologias das revoluções industriais, exemplificada na Figura 6.

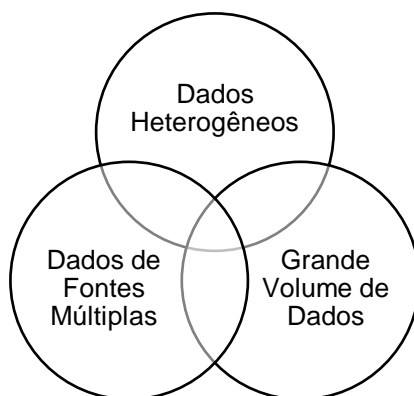
**Figura 6 - Cronologia das Tecnologias Através das Revoluções Industriais**



**Fonte: Adaptado de Dombrowski e Wagner (2014)**

As tecnologias que surgem como forma de sustentar a Indústria 4.0, preveem e detectam o problema antes mesmo de ocorrer. Implementadas solucionam de forma autônoma e, conseqüentemente, informam a próxima etapa produtiva para que a mesma possa continuar de forma regular (BAHRIN *et al.*, 2016). Mas, mesmo com toda a modernização, surgem-se desafios e problemas com suas implementações. Alguns dos principais desafios/problemas que as novas tecnologias da Indústria 4.0 estão enfrentando são apresentados na Figura 7.

Figura 7 - Desafios das Novas Tecnologias



Fonte: Adaptado de Ji *et al.* (2016)

A Figura 7 mostra três desafios. Esses três desafios se unem em apenas um grande desafio – como absorver informações de um sensor que emite um grande volume de dados heterogêneos e de fontes múltiplas. Para solução deste problema a criação de um dispositivo de absorção de grande volume de dados heterogêneos é necessário (JI *et al.*, 2016).

Essas inúmeras tecnologias avançadas são significativas para aprimorar a produtividade e a eficiência no setor industrial. O Quadro 3 apresenta as principais tecnologias existentes e introduzidas no cenário das indústrias 4.0.

Quadro 3 - Tecnologias da Indústria 4.0

Tecnologia	Características
<i>Cyber-Physical Systems (CPS)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-CPS é a integração de computação com processos físicos (SHAFIQ <i>et al.</i>, 2015);</li> <li>-A tecnologia inclui máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento. É especializada em sistemas de produção ciberfísicos (POSADA <i>et al.</i>, 2015);</li> <li>-Visa a integração dos principais conhecimentos de engenharia e computação (redes, controle, software, interação humana, técnicas mecânicas, químicas, biomédicas entre outros (SHAFIQ <i>et al.</i>, 2015);</li> </ul>
<i>Cloud Manufacturing (CM)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- É a tecnologia de computação em nuvem aplicada na área de fabricação (KANG <i>et al.</i>, 2016);</li> <li>- Auxilia na integração horizontal entre fábricas e integração vertical em uma cadeia de produção. Enquanto a CPS visa a ligação de tudo a internet, a nuvem fornece suporte após alcançado este objetivo, assim as respostas podem ser facilmente encontradas (YUE <i>et al.</i>, 2015).</li> </ul>
<i>Big Data Analytics</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Com o alto volume de informações e de dados industriais geradas pelas máquinas, a tecnologia traz novas formas para organizar e armazenar a informação, melhorando a tomada de decisão inteligente (POSADA <i>et al.</i>, 2015);</li> <li>- O volume de dados e as nuvens são interdependentes. É a tecnologia para melhorar o</li> </ul>

	processamento do volume de dados originado dos sensores industriais, códigos de barras, sistemas de controle, entre outros (YUE <i>et al.</i> , 2015).
<i>Internet-of-Things (IoT)</i>	- IoT coleta/troca dados adquiridos a partir de sensores inteligentes, permite análise de dados e realiza CPS e CM (KANG <i>et al.</i> , 2016); - Máquinas conectadas em rede e interligadas (SHAFIQ <i>et al.</i> , 2015).
<i>Smart Sensor</i>	-A tecnologia de sensores é a mais básica para a coleta e o controle dos dados em tempo real, das tecnologias CM, Big Data, CPS (KANG <i>et al.</i> , 2016).
<i>Artificial Intelligence (A.I)</i>	-Na Indústria 4.0, os produtos, máquinas e processos são munidos de inteligência artificial e adaptam-se as alterações rápidas do ambiente (HECKLAU <i>et al.</i> (2016); - A inteligência artificial substituirá as pessoas em muitos postos de trabalho KULYK e PARMOVÁ (2017).
<i>Additive Manufacturing (3D Printing)</i> <i>Energy Saving</i> <i>Hologram</i>	-Tecnologias adicionais, mas também relevantes para a Indústria 4.0 (KANG <i>et al.</i> , 2016).

Fonte: Autoria própria

As tecnologias têm por objetivo central a transformação da indústria tradicional para a chamada “fábrica inteligente” ou “fabricação inteligente”, que segue no mesmo conceito da Indústria 4.0, caracterizada pela adaptabilidade e eficiência de recursos na busca pela integração dos clientes com os negócios (KANG *et al.*, 2016). Possui esta designação por ser a continuação do termo “fábrica digital” utilizado em anos precedentes (SHAFIQ *et al.*, 2015; BASL, 2017). Kang *et al.* (2016) acrescentam que a fabricação inteligente deve ter respostas em tempo real para atender às rápidas mudanças nas demandas e condições da empresa e atender ao seu propósito, já Ang *et al.* (2017) reiteram que a função da Indústria 4.0 é permitir a combinação e a colaboração entre as tecnologias originando a integração perfeita de todas as atividades.

Por outro lado, Yue *et al.*, (2015) afirmam que o caminho e a construção para culminar na Indústria 4.0 está distante, há problemas e desafios a serem resolvidos. Para contornar esses problemas outras tecnologias ainda precisam ser desenvolvidas.

Posadas *et al.*, (2015) apresentam as principais melhorias que as tecnologias já trouxeram para a Indústria 4.0, dispostas no Quadro 4.

**Quadro 4 - Melhorias Proporcionadas pela Implementação das Tecnologias da Indústria 4.0**

Melhorias
Rastreamento de peças e produtos em tempo recorde
Melhoramento na interação homem-máquina, incluindo robôs
Otimização da produção devido à <i>Internet-of-Things</i> (IoT), permitindo a rápida comunicação
Novos tipos de serviços e modelos de negócios, em que contribuem para as mudanças nas interações nas cadeias de valores

**Fonte: Adaptado de Posadas et al. (2015)**

Já o Quadro 5 apresenta parâmetros gerais que impulsionam a fabricação inteligente e vice-versa.

**Quadro 5 - Parâmetros Gerais que Impulsionam a Fabricação Inteligente e Vice-Versa**

Parâmetros Gerais
Padronização e arquitetura de referência
Gerenciamento de sistemas complexos
Ampla infraestrutura de banda larga para a indústria
Segurança
Organização do trabalho
Treinamento e desenvolvimento profissional contínuo

**Fonte: Adaptado de Posadas et al. (2015)**

O rápido desenvolvimento com esse modelo industrial remete à ampla integração de tecnologias, maior automação, economia de energia, sustentabilidade (econômica, social e ambiental), melhorias de qualidade e eficiência que possivelmente serão alcançados em um futuro próximo. A mudança em todo cenário que envolve a Indústria 4.0 e decorrente das suas alterações deve ocorrer nos próximos anos (THOBEN; WIESNER; WUEST, 2017).

Na sequência serão abordadas individualmente as principais tecnologias da nova era industrial: *Cyber-Physical Systems* (CPS), *Internet-of-Things* (IoT), *Cloud Manufacturing* (CM), *Big Data Analytics*, *Smart Sensor*.

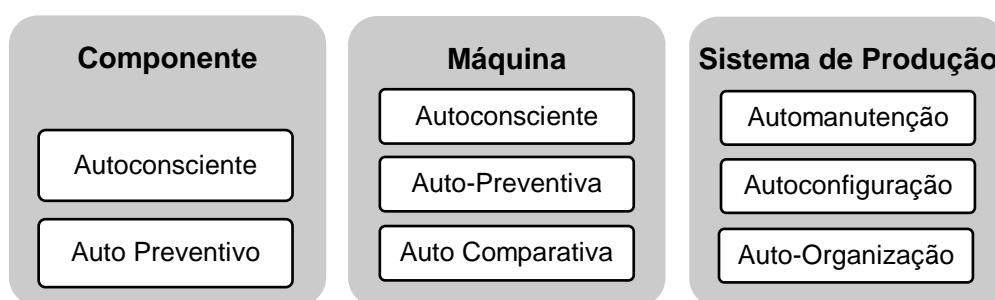
### **A. CYBER-PHYSICAL SYSTEMS (CPS) – SISTEMAS CIBERFÍSICOS**

Um novo tipo de sistema tecnológico pode ser caracterizado pelos sistemas ciberfísicos. A Indústria 4.0 é construída em *Cyber-Physical Systems* (CPS), que integram elementos físicos (máquinas, ferramentas, sensores), computacionais e seres humanos por meio da internet. O CPS é

a tecnologia base para a Indústria 4.0, fornece máquinas autônomas e auto ajustáveis e estabelece de forma inteligente a produção, tornando-a descentralizada, auto organizada e auto coordenada. A tecnologia impacta nos postos de trabalho e os trabalhadores têm novas áreas de trabalho nessas fábricas do futuro (BAGHERI *et al.*, 2015; BECKER; STERN, 2016; DING; JIANG, 2017; GÖTZ; JANKOWSKA, 2017)

De acordo com Bagheri *et al.* (2015) a implementação dos sistemas ciberfísicos trazem inúmeras vantagens para o processo produtivo. Essas vantagens são apresentadas na Figura 8.

**Figura 8 - Vantagens da Implementação do CPS**

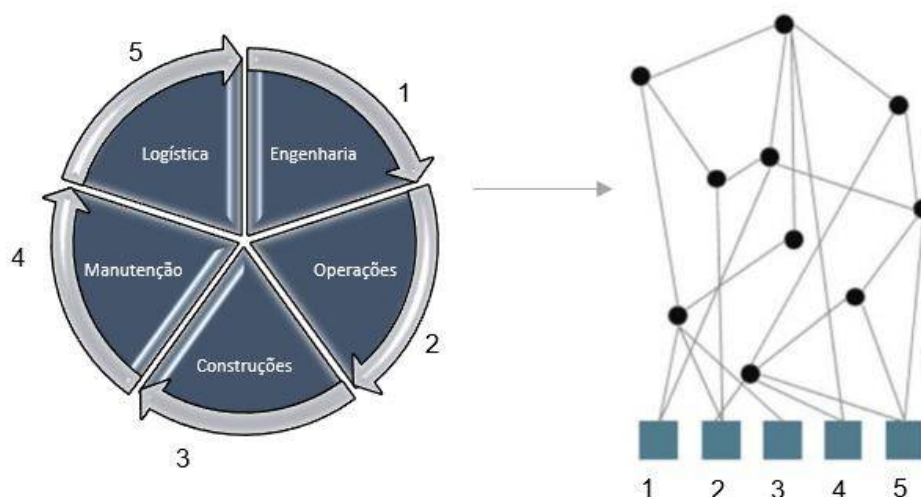


**Fonte: Adaptado de Bagheri *et al.* (2015)**

A Figura 8 demonstra as vantagens do CPS, direcionada a um componente da empresa, a uma máquina e a todo o sistema de produção. O componente, pode ser autoconsciente e auto preventivo, ou seja, capaz de prever com exatidão o tempo de vida útil dos componentes. As máquinas terão seus dados adquiridos e transformados em informações significativas.

A autocomparação entre as máquinas existentes na linha de produção, compartilha o conhecimento. Isso permite ao sistema de produção a automanutenção, autoconfiguração e a auto-organização de toda a fábrica. Além de todas as vantagens abordadas, todo esse conhecimento, garante uma produção livre de problemas diante de um planejamento de produção otimizado (BAGHERI *et al.*, 2015). A Figura 9 apresenta uma visão do ciclo de vida do sistema ciberfísico e sua interação.

Figura 9 - Ciclo de Vida do Sistema Ciberfísico e suas Interações



Fonte: Adaptado de Harrison, Vera e Ahmad (2016a) e Harrison, Vera e Ahmad (2016b)

A Figura 9 mostra que as áreas de construções, operações, engenharia, logística e manutenção são impecavelmente integradas. As lições aprendidas são realimentadas ao sistema. Os elementos cibernéticos e físicos são ligados a um sistema digital ininterruptamente atualizado, e para o sistema físico, além desses ciclos de vida do sistema permitirem uma forte integração dos sistemas de automação (HARRISON; VERA; AHMAD, 2016a; HARRISON; VERA; AHMAD, 2016b).

Fleischmann *et al.* (2016) adicionam que o CPS, além de um alto grau de conectividade entre todo o sistema de produção, é caracterizado por um elevado nível de inteligência descentralizada. Mecanismos de trocas de dados e tecnologias complementares. Mas a interação de máquinas, os sistemas de controle e os funcionários no chão de fábrica ainda são objetos de estudos, e a capacidade do CPS só foram avaliadas rudimentarmente.

Por fim, Fleischmann, Kohl e Franke (2016) abordam que os CPSs estão ligados a Internet das Coisas. Harrison, Vera e Ahmad (2016b) reafirmam que esses sistemas heterogêneos e conectados através de redes, relacionam-se ao conceito da IoT.

### B. INTERNET-OF-THINGS (IoT) - INTERNET DAS COISAS

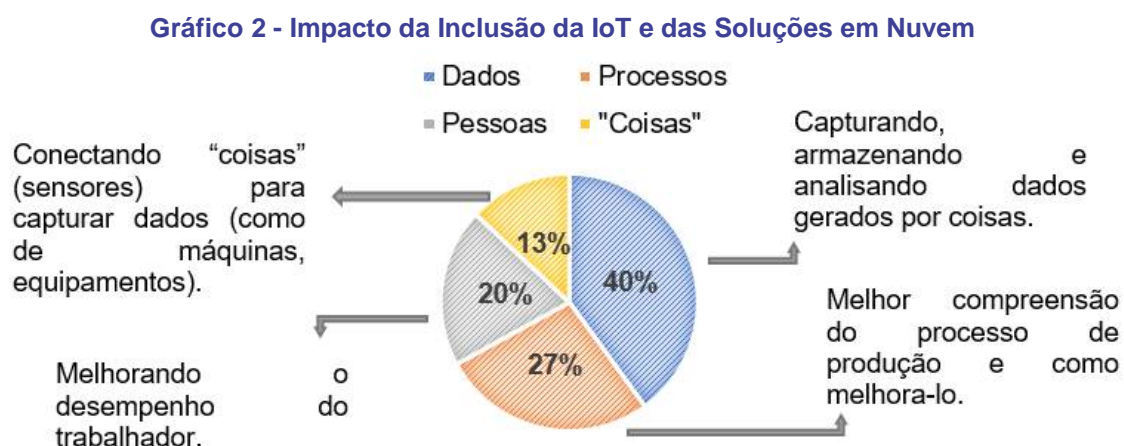
O termo internet das coisas ficou conhecido na primeira década do século XXI. A IoT vincula qualquer “coisa” no mundo físico com uma representação virtual na internet, auxiliando na descentralização e na tomada de decisão. Múltiplas definições são atribuídas à IoT, resumidamente essa ferramenta transforma as “coisas físicas” em “coisas inteligentes” (HADDARA; ELRAGAL, 2015; BAHRIN *et al.* 2016; ANG *et al.* 2017; HOFMANN; RÜSCH, 2017).



O objeto inteligente, ou sistema integrado, é o elemento central da IoT. Conectado à internet, torna possível o acesso e o controle de dados a partir de sensores distantes. Alguns exemplos de dispositivos da tecnologia IoT são: *tags* de identificação de radiofrequência (RFID), sensores, celulares, etc., esses dispositivos estão aptos para interagir uns com os outros. Há uma estimativa que 20,8 bilhões desses dispositivos da tecnologia IoT estará em uso em todo o mundo até 2020 (HADDARA; ELRAGAL, 2015; HOZDIĆ, 2015; GEORGAKOPOULOS *et al.*, 2016; HORTELANO *et al.*, 2017).

A IoT alia-se às demais tecnologias da Indústria 4.0 com a função de construção das fábricas inteligentes. Objetos físicos, infraestrutura e pessoas ligadas em dispositivos interconectados promovendo a comunicação e a troca de dados (CHEN; TAI; CHEN, 2017; CHANG; ONG; NEE, 2017). Ainda, Georgakopoulos *et al.* (2016) reiteram que o aumento na utilização da tecnologia IoT é impulsionada por dispositivos omnipresentes, como exemplo, sensores aliados à nuvem.

O Gráfico 2 ilustra o impacto da inclusão da IoT e das soluções em nuvem nas áreas de produção.



Fonte: Adaptado de Georgakopoulos *et al.* (2016)

O Gráfico 2 ilustra a junção de IoT e a soluções em nuvem. Essa junção é importante para a manufatura, tornando-a mais eficiente. A união de máquinas, sensores e dispositivos conectados da IoT geram dados detalhados, os quais usados em tempo real, por meio da tecnologia em nuvem, resultam em produtividade e qualidade para o processo produtivo (GEORGAKOPOULOS *et al.*, 2016).

### C. CLOUD MANUFACTURING (CM)

A tecnologia *Cloud Manufacturing* foi desenvolvida a partir de modelos avançados de fabricação e tecnologias como computação em nuvem, IoT, virtualização e tecnologias de computação avançada (EROL; SIHN, 2017).

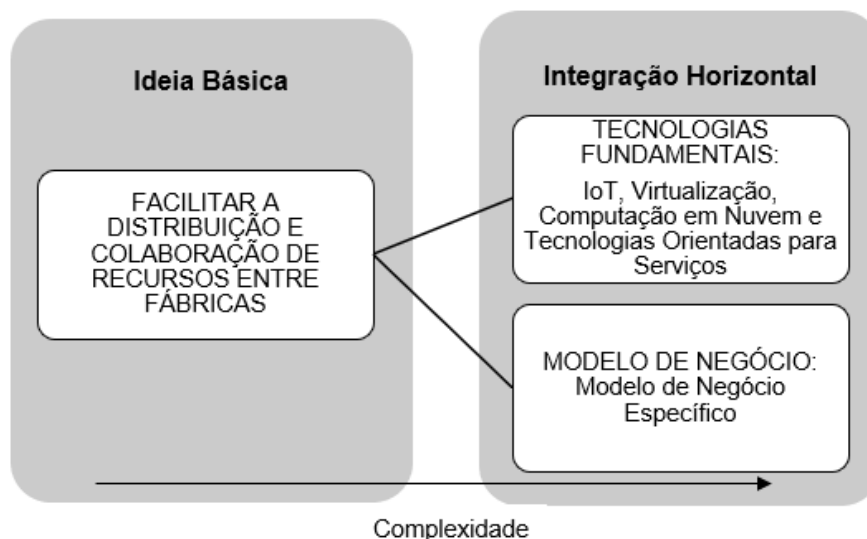
O objetivo central da CM é embalar e expor seus recursos e capacidades de produção na nuvem, além de permitir redes de produções flexíveis para atender as demandas variadas dos clientes (EROL; SIHN, 2017). Para Kang *et al.* (2016), o conceito de CM é um composto de quatro elementos: recursos, tarefas, processos e conhecimento. Ainda, Tang *et al.* (2016) e Thames e Schaefer (2016) reforçam que a CM também surgiu como um novo paradigma de fabricação, onde a CM transforma a fabricação de produtos tradicionais em fabricação orientada para serviços.

As diferenças quando comparadas a tecnologia do CPS com a CM, estão no suporte de trocas de dados entre o mundo cibernético e o mundo físico. Yu, Xu e Lu (2015) acrescentam que o CPS é centrado em produtos e o CM passou a ser baseada em serviços.

Apesar dessas diferenças Yu, Xu e Lu (2015) e Liu *et al.* (2017) ainda reforçam que as duas possuem em comum a função de diminuição de recursos, auxiliando assim na flexibilidade e agilidade das empresas, cooperação vertical e horizontal de máquinas para internet, máquina para humanos e máquina para máquina em toda a cadeia de valor e em tempo real, ou seja, as duas combinadas são a força motriz da Indústria 4.0.

Por fim, a Figura 10 explica de forma resumida a ideia central da fabricação em nuvem.

**Figura 10 - Ideia Central da CM**



**Fonte: Adaptado de Liu *et al.* (2017)**

Não há dúvida que, para a Indústria 4.0, orientada para serviços ou não, o suporte à integração perfeita dos processos na nuvem é essencial (LIU *et al.*, 2017) para o desenvolvimento dos processos.

### D. BIG DATA ANALYTICS (GRANDE VOLUME DE DADOS)

O grande volume de dados são componentes centrais da Indústria 4.0, esses dados são precisos e adquiridos em tempo real. A análise desses dados deve ser rápida, a fim de identificar padrões e relações entre processos para não haver eventos inesperados. Além dessa análise de dados volumosos e complexos, esse tipo de tecnologia permite uma tomada de decisão imediata através da coleta e avaliação dos dados (ANG *et al.*, 2017; CHEN; TAI; CHEN, 2017; DING; JIANG, 2017).

Para Huxtable e Schaefer (2016) a Análise de Dados em Grandes Quantidades (*Big Data Analytics*) objetiva-se em retirar e analisar as informações de um grande conjunto de dados, para que possam resolver-se problemas rapidamente e uma tomada de decisão mais ágil. Esses dados estão crescendo exponencialmente e gerando serviços. O Quadro 6 apresenta um resumo dos serviços decorrentes do *Big Data*.

**Quadro 6 - Resumo dos Serviços Decorrentes do Big Data**

Serviços	Descrição
<b>Monitoramento de Condição</b>	Através de sensores, softwares e algoritmos de grandes dados, obter informações em tempo real sobre o estado atual e o nível de desempenho de um produto.
<b>Manutenção Preditiva</b>	Através de sensores, softwares e algoritmos de grandes dados, prever de forma inteligente quando ocorrerão as falhas.
<b>Revenda de Dados</b>	Venda de dados para terceiros, gerados a partir de produtos inteligentes.
<b>Modelos Avançados de Preços</b>	Sensores incorporados a produtos, medindo indicadores. Fabricantes poderão oferecer modelos de preços baseados em desempenho.
<b>Terceirização de Dados</b>	Terceirizar “como um serviço” ferramentas avançadas de análises.

Fonte: Adaptado de Huxtable e Schaefer (2016)

Chiang, Lu e Castillo (2017) reiteram que o *Big Data Analytics* é impulsionado pela explosão de dados em todas as áreas, como a mídia social (geração de novos dados), IoT (capacidade de medição), Computação em Nuvem (armazenamento de dados) e inteligência artificial (tecnologia de computação melhorada para análise). Ainda, afirmam que a modelagem de dados satisfaz os 3 V's, sendo:

— Volume: quanto mais dados utilizar melhor é a tomada de decisão;

- Velocidade: acelerar o ciclo da tomada de decisão entre o originador dos dados e o tomador de decisões; e
- Variedade: combinação de várias fontes de dados para a validação do conhecimento existente e geração de novas ideias.

Há desafios na implementação do *Big Data Analytics* para que se possa aproveitar esses grandes volumes de dados. Alguns são: unificação dos padrões de comunicação, políticas de governança flexíveis em relação a integração de dados e a nuvem, falta de suporte a dispositivos industriais. Acredita-se que a resolução desses desafios sejam a chave do sucesso de uma fabricação inteligente (O'DONOVAN *et al.*, 2015). Thoben *et al.* (2017) acrescentam cinco barreiras relacionadas ao aumento de dados brutos disponíveis, sendo: aumento da complexidade, dinâmica, qualidade dos dados, validação/verificação e comunicação. Diante do rompimento dessas barreiras é possível encontrar a excelência no armazenamento e processamento do grande volume de dados.

Hammer *et al.* (2017) citam uma nova abordagem de gerenciamento – Gerenciamento Operacional de Lucro por Hora – como uma métrica de controle, objetivando o auxílio na maximização da produção, aumento de rendimento e redução de custos. O *Big Data*, aliado a algoritmos avançados, é o elemento chave para essa nova abordagem. Ainda, Hsieh, Huang e Chen (2017) afirmam que é necessária uma metodologia eficiente de simulação para que posasse beneficiar das tomadas de decisões através do volume de dados e só assim romperam-se os desafios do *Big Data* na Indústria 4.0.

### E. SMART SENSOR (SENSORES INTELIGENTES)

A tecnologia base para coleta e controle de dados em tempo real é o sensor (ver Quadro 3, página 25). Quando em perfeito funcionamento, permite a interação entre as tecnologias IoT, CM, CPS e *Big Data Analytics*, além de aumentos de eficiência e segurança. Os sensores inteligentes chegam para transformar os sistemas de produção rígidos e hierárquicos em processos dinâmicos, flexíveis, auto otimizados, integrados e inteligentes (KANG *et al.*, 2016).

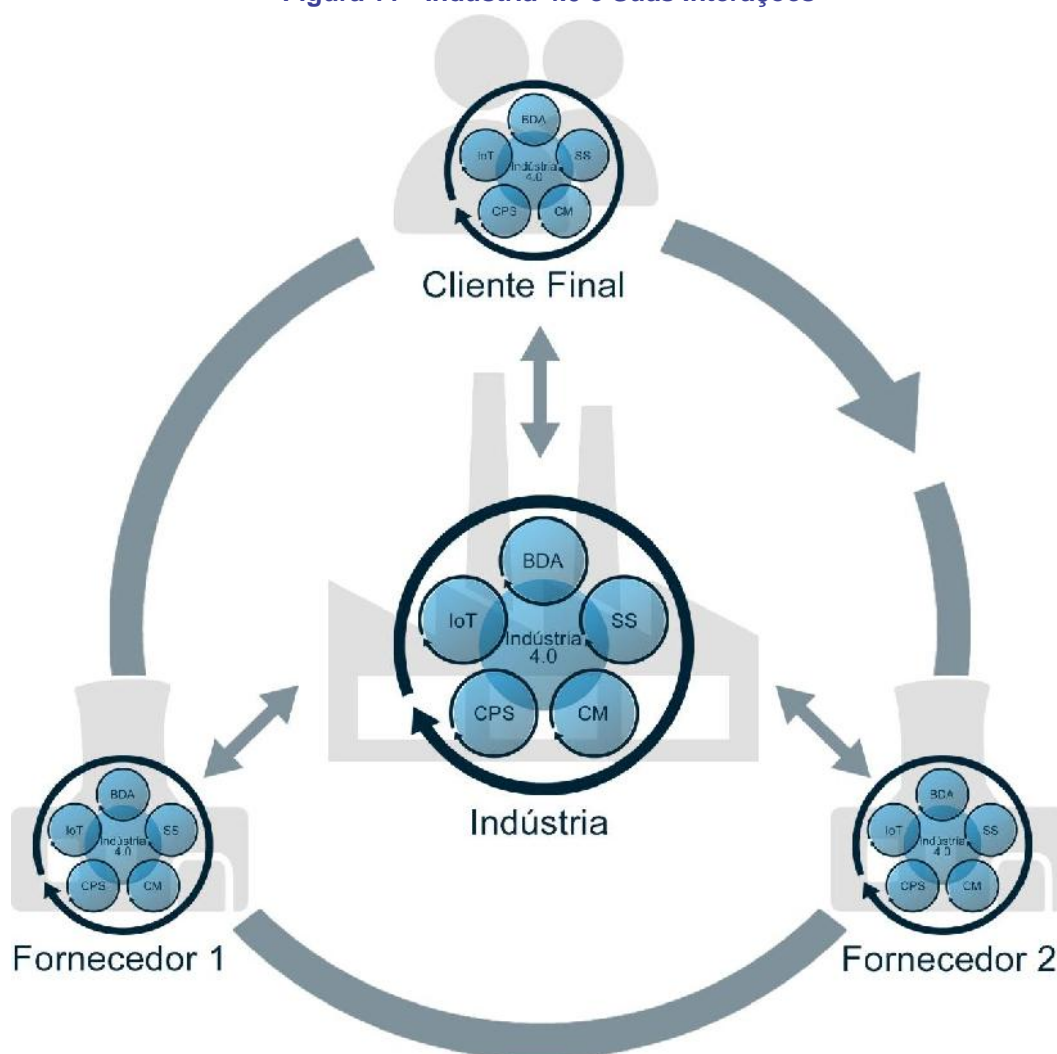
Outros dispositivos aliados dos sensores inteligentes são os robôs. Com o aumento das inovações tecnológicas o número de robôs na Europa quase dobrou. Robôs e humanos interagem lado a lado utilizando tecnologia de sensores inteligentes. No cenário vigente, os robôs aliam sensores e câmeras inteligentes, proporcionando o uso de processador, memória, interface de comunicação e sistema operacional, assim o robô pode processar quantidade relevante de dados e ter uma tomada de decisão automática. Em últimos casos, o robô pode enviar/mostrar ao trabalhador, em tempo real,

o erro a ser corrigido. E de onde este trabalhador estiver pode dar a instrução de trabalho para correção do erro (BAHRIN *et al.*, 2016; LEE; YANG, 2017).

### CONSIDERAÇÕES SOBRE A SEÇÃO INDÚSTRIA 4.0 E O TRABALHADOR

Ao longo deste capítulo observou-se que a Indústria 4.0 e suas tecnologias ainda estão em processo de implementação. Projetar tecnologias que auxiliem Indústria 4.0 e que se adaptem a todos os setores industriais até então é considerado um desafio. A Figura 11 apresenta uma ideia de como é a Indústria 4.0 e suas interações – ideia orientada a partir dos conceitos adotados nas seções 2.1 e 2.2.

Figura 11 - Indústria 4.0 e Suas Interações



Fonte: A autoria própria

As integrações verticais e horizontais ocorrem simultaneamente, o cliente final também participa ativamente de todo o círculo produtivo, todas as tecnologias apresentadas no decorrer do capítulo, são adaptáveis a qualquer setor industrial, podendo ser utilizadas por clientes finais, com o

intuito de aumentar a interação entre indústria e clientes, redes de comunicação em tempo real e de alta velocidade. Assim a Indústria 4.0 tende para um processo produtivo satisfatório, conforme demonstrado na Figura 11.

Por fim, sabe-se que a Indústria 4.0 e suas tecnologias precisam preencher lacunas que até o momento são incógnitas. Uma dessas incógnitas se refere aos trabalhadores da nova era industrial. Neste contexto, a subseção “Competências dos Trabalhadores na Indústria 4.0” apresenta possíveis mudanças e perspectivas no ambiente de trabalho da Indústria 4.0.

### COMPETÊNCIAS DOS TRABALHADORES NA INDÚSTRIA 4.0

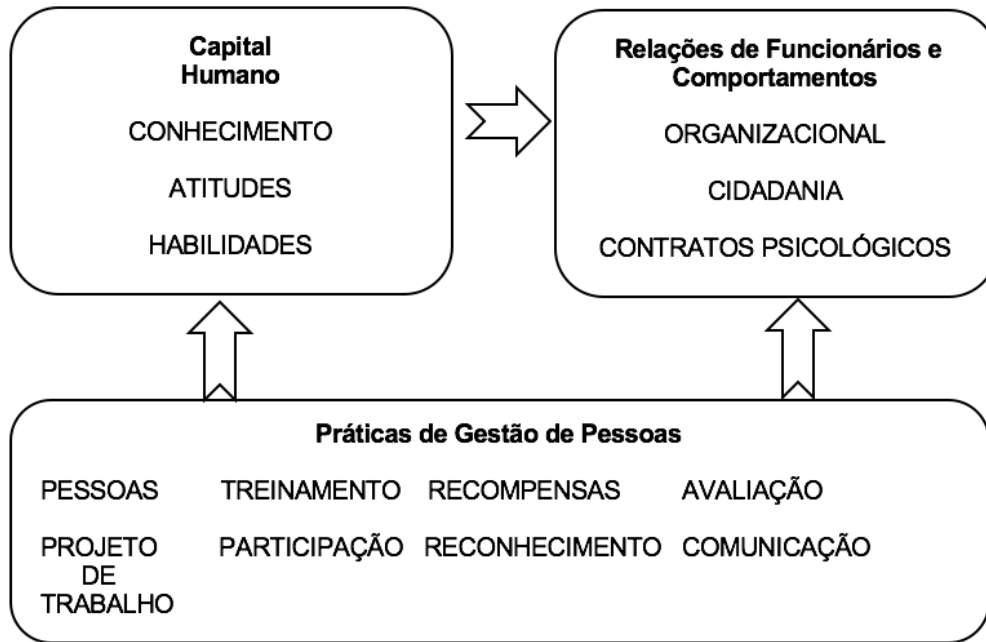
As revoluções industriais não mudam somente os sistemas de produção e as tecnologias nas indústrias, mudam também as circunstâncias do trabalho. A Indústria 4.0 traz mudanças no cenário corporativo e conseqüentemente, novas áreas de trabalho surgem, estas não tendem a serem totalmente substituídas pela automatização (DOMBROWSKI; WAGNER, 2014; REUTER *et al.*, 2017) pois as competências humanas ainda não podem ser totalmente substituídas (MÜLLER *et al.*, 2016).

Seguindo este contexto, essa subseção aborda os conceitos e origens das competências do trabalho, bem como as competências *hard skills* e *Soft Skills*. Por fim, apresenta estudos referentes ao trabalhador nas fábricas do futuro e as requisições quanto as suas qualificações, habilidades, competências, dentre outros requisitos.

### COMPETÊNCIAS DO TRABALHADOR

As competências dos trabalhadores originam-se e intensificam-se (dentro da organização) por meio da Gestão de Recursos Humanos. Conforme ilustra a Figura 12, a Gestão de Recursos Humanos apresenta um modelo dos componentes estratégicos e básicos dentro de uma organização, no que tange as práticas de gestão de pessoas. O modelo explora o papel estratégico que as pessoas e as funções de recursos humanos desempenham nas organizações (WRIGHT; DUNFORD; SNELL, 2001).

Figura 12 - Modelo dos Componentes Estratégicos e Básicos da GRH



Fonte: Adaptado de Wright, Dunford e Snell (2001)

Como observa-se na Figura 12, o capital humano é direcionado por três componentes: conhecimento, atitudes e habilidades. Os recursos humanos alinham as habilidades requeridas pela empresa com as suas estratégias (WRIGHT; DUNFORD; SNELL, 2001).

De acordo com Fleury e Fleury (2001) e Guimarães (2014) a palavra habilidade, no cenário industrial, origina-se do conceito de competências, que é o conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias do indivíduo para se atingir determinados objetivos. Então, o conhecimento é entendido como um estoque de recursos do indivíduo. Já as atitudes são direcionadas aos aspectos afetivos e sociais referentes ao trabalho. Por sua vez, as habilidades “referem-se à capacidade de agir de acordo com objetivos ou processos predefinidos, envolvendo técnica e aptidão” (GUIMARÃES, 2014, p. 132).

Brandão e Guimarães (2001) abordam as competências como uma integração de diversos aspectos relacionados ao trabalho, que equivalem a um conhecimento de princípios, técnicas específicas, capacidades e atitudes apropriadas.

Delaney e Huselid (1996) afirmam que as práticas de gestão de recursos humanos são utilizadas para aprimorar as competências dos trabalhadores. Shamim *et al.* (2017) reiteram que em qualquer organização, as principais condições de formação e desenvolvimento das capacidades, habilidades, atitudes e comportamentos dos trabalhadores se dá por meio das práticas de recursos

humanos. As principais práticas são: pessoas, treinamento, avaliação de desempenho, projeto de trabalho e remuneração.

As competências são requeridas em todos os níveis de gestão, os recursos humanos aplicam técnicas e treinamentos para o desenvolvimento das habilidades dos trabalhadores com a finalidade de obter sucesso no desempenho de suas funções (SWIATKIEWICZ, 2014). Entre as classificações/divisões que as competências detêm, este trabalho adotará o conceito de competências direcionado para a classificação em *Soft Skills* e *hard skills*, como abordado na próxima subseção.

### TIPOS DE COMPETÊNCIAS: *HARD SKILLS* E *SOFT SKILLS*

O trabalho utilizou-se do conceito de *hard skills* e *Soft Skills* para classificar e conceitualizar as competências em duas categorias. Essa classificação foi adaptada da proposta de Swiatkiewicz (2014) em que classificou e reduziu o número de categorias de competências para *hard skills* e *Soft Skills*

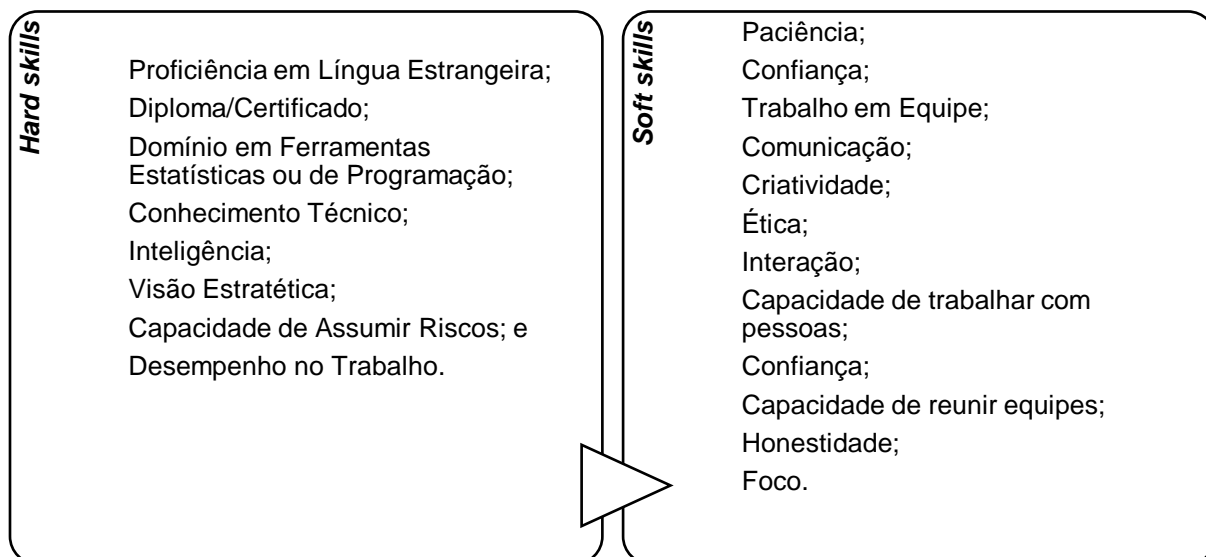
As competências técnicas (criatividade, capacidade mental e física em lidar com a carga de trabalho, disposição para aprender novas habilidades e adaptar-se a novas tecnologias, flexibilidade, etc.) do trabalhador são chamadas de *hard skills*, já as competências comportamentais/pessoais (atitudes do trabalhador em relação ao seu trabalho, confiabilidade, compromisso, precisão, etc.) são chamadas de *Soft Skills*. Focar somente em *hard skills* ou *Soft Skills* não fornece um trabalhador completo, o essencial é o equilíbrio do conjunto das duas competências (VAN DALEN; HENKENS; SCHIPPERS, 2010; RAO, 2013; RAJADURAI *et al.*, 2018).

Segundo Ibrahim, Boerhannoeddin e Bakare (2017) as *hard skills*, ao contrário das *Soft Skills*, são mais fáceis de quantificar, medir e observar. Características como lidar com críticas, correr riscos, conviver com as pessoas, trabalhar em equipe e desenvolver um grupo são difíceis de quantificar e medir e exige do trabalhador mudanças de comportamento.

Alguns exemplos/características de *hard skills* e *Soft Skills* são apresentados na Figura 13.



Figura 13 - Exemplos de *Hard Skills* e *Soft Skills*



Fonte: Adaptado de Robles (2012), Fernando, Amaratunga e Haigh (2014), Fan, Wei e Zhang (2016) e Ibrahim, Boerhannoeddin e Bakare (2017)

Algumas das características descritas na Figura 13 podem ser aprimoradas diante de treinamentos, e algumas estratégias e métodos podem ser aplicadas em alunos para que possam obter competências técnicas (*hard skills*) como competências comportamentais (*Soft Skills*) (ROBLES, 2012; FERNANDO; AMARATUNGA; HAIGH, 2014). Com a interação das duas competências alcança-se o grau de qualidade necessário para ser competitivo e “essa qualidade depende fortemente dos recursos humanos envolvidos e de sua capacidade de interagir positivamente para atingir um objetivo comum: o sucesso da empresa” (CIMATTI, 2016, p. 98).

De acordo com Fan, Wei e Zhang (2016), as *Soft Skills* são difíceis de serem mensuradas no ambiente de trabalho, e por isso, são menos tangíveis que as *hard skills*. Fan, Wei e Zhang (2016), apresentam um estudo em que a escolha por competências técnicas versus competências pessoais explicam a diferença salarial racial nos Estados Unidos. Neste caso, observou-se que empregos com as competências pessoais apresentam maior remuneração salarial e que os negros têm tendência a optar por empregos com competências técnicas.

Borghans, Weel e Weinberg (2014) fizeram uma descoberta semelhante usando uma vasta base de dados dos Estados Unidos, Reino Unido e Alemanha, no qual observaram que as competências sociais (*Soft Skills*) do indivíduo da infância estão correlacionadas positivamente com o grau de tarefa que é requerido dessas pessoas na sua fase adulta.

No que se refere à prática profissional, cada vez mais são requeridas as *Soft Skills* como gestão de pessoas, trabalho em equipe, liderança, resolução de problemas, negociações e outros que contribuem para o desempenho dos indivíduos em diferentes atividades profissionais (BOLSONI-

SILVA *et al.*, 2010; DEL PRETTE; DEL PRETTE, 2013). As *hard skills* podem ser decisivas para garantir uma vaga de entrevistas, mas as *Soft Skills* são decisivas para manter o emprego (PIETERSE; VAN EEKELEN, 2016).

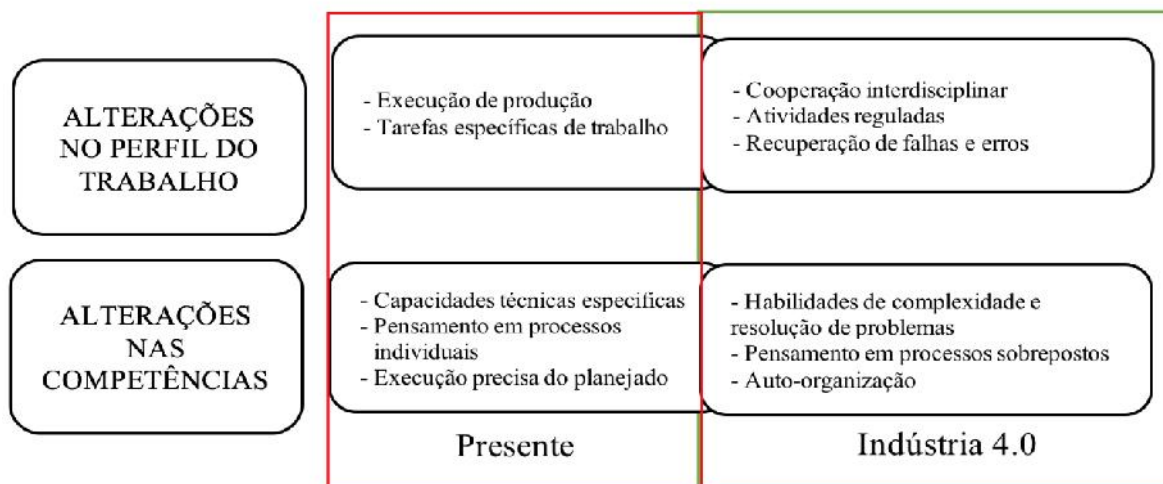
### O PAPEL DO SER HUMANO NA INDÚSTRIA 4.0

Mesmo em início da implementação, a chegada da Indústria 4.0 traz o potencial de consequências benéficas, sobretudo para a renda e o potencial de consumo. Mas, especula-se que estas mudanças também incutem desafios no que diz respeito às estruturas econômicas e à estrutura do trabalho. O trabalho nas indústrias tende a sofrer transformações, primeiramente no âmbito quantitativo do emprego, e em segundo momento, nas estruturas das atividades de trabalho e no conjunto de competências indispensáveis para executá-los. Esta transformação ocorre em todas as atividades e níveis da empresa, tanto no setor operacional, quanto no estratégico (HIRSCH-KREINSEN, 2016).

Sackey e Bester (2016) afirmam que os sistemas industriais estão em transformação, impactando diretamente no perfil da força de trabalho. Assim, a orientação é para trabalhar com ambientes de aprendizagem, devido ao fato de os estudantes serem os trabalhadores do futuro, ou seja, os atuais estudantes trabalharão no contexto da Indústria 4.0. Então, todas as partes interessadas devem se ajustar aos novos requisitos da Indústria 4.0, reestruturando os sistemas educacionais e com a ampliação e capacitação do conhecimento e do conjunto de competências.

Neste cenário, as interações homem-máquina são complementares, trazendo mudanças no perfil do trabalho dos colaboradores e resultando na exigência de diferentes competências (DOMBROWSKI; WAGNER, 2014). A Figura 14 apresenta as mudanças no perfil do trabalho e nas competências.

**Figura 14 - Mudanças no Perfil do Trabalho e Competências**



Fonte: Adaptado de Kurt (2012)

Na Indústria 4.0, as formas de trabalhos colaborativos tendem a ser baseadas em sistemas de assistências inteligentes, tecnologias combinadas à realidade aumentada e sincronização em tempo real da indústria. A cooperação e colaboração dos funcionários resulta em simulações de produção automatizada e aumento no desenvolvimento de tecnologias de aprendizagem digital.

Assim, as tarefas e as qualificações dos funcionários são expandidas, aumentando significativamente o acesso ao conhecimento. Aos antigos trabalhadores é necessário a aceitação da Indústria 4.0 e a ampliação na capacidade de aprendizagem (IMPLEMENTATION STRATEGY INDUSTRIE 4.0, 2016).

A Figura 15 evidencia as bases necessárias para que o trabalhador do futuro possa estruturar as qualificações e competências necessárias no ambiente da fabricação inteligente.

**Figura 15 - Bases para a Construção das Competências e Qualificações do Funcionário do Futuro**



Fonte: Adaptado de Gehrke et al. (2015)

A divisão ocorre em três faixas, a 3ª faixa é a base para a 2ª faixa que, por sua vez, constitui a base para a 1ª faixa. Então, para que o trabalhador do futuro obtenha as competências e qualificações deve-se ajustar às novas tarefas que ocorrem nas empresas, tecnologias e alterações no ambiente físico de trabalho (GEHRKE *et al.*, 2015).

Basl (2017) afirma, diante de sua pesquisa direcionada às indústrias da República Checa, que a maioria das empresas, cerca de 80%, tem o conhecimento da existência da Indústria 4.0. No entanto, 56% dos funcionários destas empresas não tem conhecimento do que significa Indústria 4.0, e somente 8% das empresas afirmaram que a Indústria 4.0 já faz parte do dia-a-dia dos funcionários.

Entretanto, Albers *et al.* (2016) alegam que, com o crescimento na demanda de produtos de alta qualidade, as micro e pequenas empresas na Alemanha, abrirão cerca de cem mil postos de trabalho direcionados à Indústria 4.0. Mas há ainda dificuldades quanto à adequação e aplicação das ferramentas e tecnologias da nova era industrial.

Os trabalhadores no cenário da Indústria 4.0 devem estar conectados à rede e terem competências da tecnologia da informação. Com a interação homem-máquina o funcionário recebe os dados rapidamente e já agrupados, assim atuar como um sensor universal em detecção de erros. Para que isso seja possível, obtêm-se funcionários com as qualificações necessárias para lidar com sistemas descentralizados, móveis e autônomos (BAUER *et al.*, 2014; WAIBEL *et al.*, 2017).

Para Binner (2014) a gestão da mudança, a adaptabilidade e a agilidade são componentes básicos para o futuro mundo do trabalho, em que, quanto mais cedo as mudanças forem identificadas, mais fácil é de se adaptar. Essas mudanças devem ocorrer nas estruturas de liderança e principalmente mudanças quanto as competências e qualificações dos funcionários. Assim, a empresa é capaz de adaptar seus processos, suas estratégias competitivas e especialmente sua cultura organizacional. Ainda, Becker e Stern (2016) apresentam cinco abordagens do futuro mundo do trabalho, sendo:

- De forma geral, todos os setores das empresas sofrem com a diminuição no número total de colaboradores;
- Mudanças nas ocupações de trabalho e nos níveis de competência;
- Diminuição de tarefas fáceis e repetitivas;
- As tarefas mais complexas e informatizadas; e
- Novas tarefas complexas são criadas.

Para preparar e qualificar os trabalhadores da Indústria 4.0, propõem-se as *Learning Factories* (LF), ou Fábricas de Aprendizagem. As LF são definidas como réplicas de setores da indústria na qual

ocorre aprendizagem informal, formal e não-formal e podem ser usadas como base para pesquisa, treinamento externo (os funcionários expandem suas competências nas áreas da “fábrica inteligente”) e educação das tecnologias e conceitos das fábricas do futuro, ou seja, as LF auxiliam no processo de aprendizagem e conhecimento da Indústria 4.0 (BAENA *et al.*, 2017; ELMARAGHY *et al.*, 2017; KEMÉN *et al.*, 2016; MERKEL *et al.*, 2017). Bedolla, D’antonio e Chiabert (2017) complementam, que os alunos precisam aprender a usar os mesmos sistemas adotados pelas indústrias.

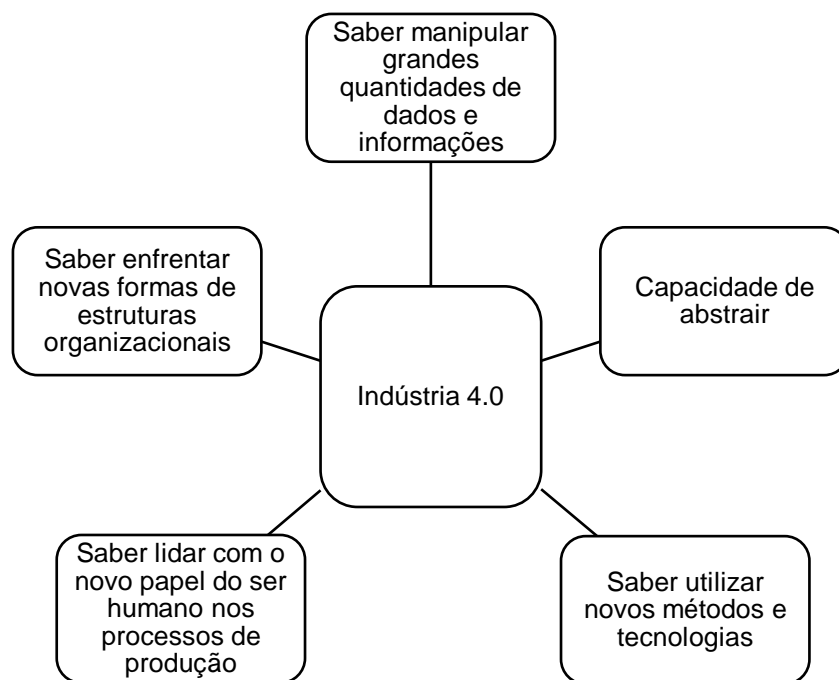
Os estudos dos autores Baena *et al.* (2017), Bedolla, D’antonio e Chiabert (2017), Blöchl, Michalicki e Schneider (2017), Blöchl e Schneider (2016), Elmaraghy *et al.* (2017), Erol *et al.* (2016), Faller e Feldmüller (2015), Faller e Höftmann (2018), Karre *et al.* (2017), Kemény *et al.* (2016), Merkel *et al.* (2017), Prinz *et al.* (2016), Seitz e Nyhuis (2015), Simons, Abé e Naser (2017) e Uhlemann *et al.* (2017) apresentam ideias, laboratórios, projetos, programas e iniciativas já existentes ou em fase de testes de LF direcionadas a Indústria 4.0.

Ainda Prinz *et al.* (2016) e Simons, Abé e Naser (2017) afirmam:

A indústria está mudando da produção em massa para a produção especializada, resultando em desafios relacionados a diferentes aspectos da produção, por exemplo, produtividade, flexibilidade e qualidade. Para enfrentar os desafios da Indústria 4.0 os alunos precisam adquirir novas competências (SIMONS; ABÉ; NESER, 2017, p. 87, tradução nossa). Para se ter sucesso na quarta revolução industrial, as empresas devem preparar seus funcionários para essas competências, para poderem lidar com a alta complexidade e diversidade de desafios neste novo cenário. As fábricas de aprendizagem oferecem ótimas oportunidades para um desenvolvimento eficiente e sustentável (PRINZ *et al.*, 2016, p. 114, tradução nossa).

Algumas das competências exigidas aos trabalhadores pela Indústria 4.0 são apresentadas na Figura 16.

Figura 16 - Competências Importantes Requeridas pela Indústria 4.0



Fonte: Adaptado de Prinz *et al.* (2016) e Simons, Abé e Nesper (2017)

As competências apresentadas na Figura 16 são resultantes dos desafios apresentados pela Indústria 4.0. Também são alguns dos pressupostos básicos para que os trabalhadores do cenário futuro de produção saibam lidar com os desafios propostos pelos desenvolvimentos tecnológicos e organizacionais (EROL; SIHN, 2017). Kinkel, Schemmann e Lichtner (2017) e Kiatsuranon e Suwunnamek (2017) reiteram que primeiramente devem ser identificadas as competências essenciais e em seguida o desenvolvimento de novas formas de aprendizagem integrada do trabalho, por intermédio da educação e treinamento.

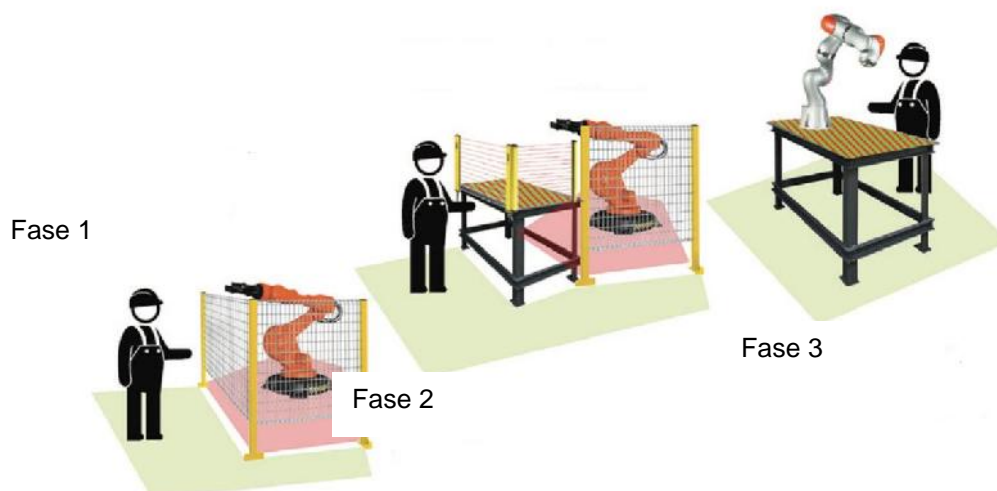
Um dos projetos da LF é o *Smart Lean Learning Factory* (SMALL Factory), financiado pela Politecnico di Torino. O objetivo do projeto é capacitar e atualizar os alunos com o novo cenário da Indústria 4.0 e integrar os processos de fabricação tradicionais e o conhecimento das novas tecnologias. O ambiente da LF possibilita aos alunos a familiarização com aplicativos de produção (que em muitos casos são encontrados nas fábricas inteligentes) e a possibilidade de experimentar situações realistas da Indústria 4.0 e reduzir o período de adaptação da universidade à indústria (BEDOLLA; D'ANTONIO; CHIABERT, 2017).

A formação, programas de aprendizagem e o desenvolvimento profissional tem o intuito de ser contínuos. Assim, os trabalhadores poderão adotar o papel de tomadores de decisão e lidar com

as novas demandas dos novos cargos e competências do mercado de trabalho (WEYER *et al.*, 2015; ZHOU; LIU; LIANG, 2016).

Além disso, a interação entre humanos e máquinas traz novas oportunidades de trabalho. A Figura 17 apresenta o crescimento nas fases de cooperação entre humanos e robôs, sendo esta a robótica colaborativa.

**Figura 17 - Fases da Robótica Colaborativa**



**Fonte: Adaptado de Vysocky e Novak (2016)**

De acordo com a Figura 17, na Fase 1 da robótica colaborativa a cooperação homem-robô é nula, pois há uma barreira ao redor do robô que não permite o contato do trabalhador com a máquina. Na Fase 2, o ambiente de trabalho é compartilhado entre robô e trabalhador, mas na condição de que o trabalhador não esteja presente no espaço de trabalho do robô. Já na Fase 3, o trabalho entre homem-robô é simultâneo. Assim, o nível de cooperação é máximo, sendo que o ambiente de trabalho homem e robô são unificados. O robô desempenha as tarefas não ergonômicas, repetitivas, desconfortáveis e até mesmo as perigosas (VYSOCKY; NOVAK, 2016).

Vysocky e Novak (2016), Thoben *et al.* (2017) e Reddy, Singh e Singh (2016) expõem as principais vantagens da inserção dos robôs na Indústria 4.0, sendo:

- Aumento da produção;
- Diminuição de doenças e lesões ocupacionais; e
- Garantir a segurança dos trabalhadores, por meio da tecnologia.

Além da interação com robôs/máquinas os trabalhadores têm que controlar *tablets*, telas sensíveis ao toque ou até mesmo *smartphones*. Também devem ter o controle de tecnologias de comando de voz e software de reconhecimento de fala. A ideia é que trabalhadores possam usar fones

de ouvido conectados a um computador. O computador fornece instruções ao trabalhador de seu itinerário e o que armazenar ou escolher. Através do software de reconhecimento de fala o trabalhador deve confirmar quando a tarefa estiver sido concluída. A tecnologia auxilia o trabalhador a estarem com as mãos livres e não precisarem de *checklists* (RAKYTA *et al.*, 2016; SUN *et al.*, 2018).

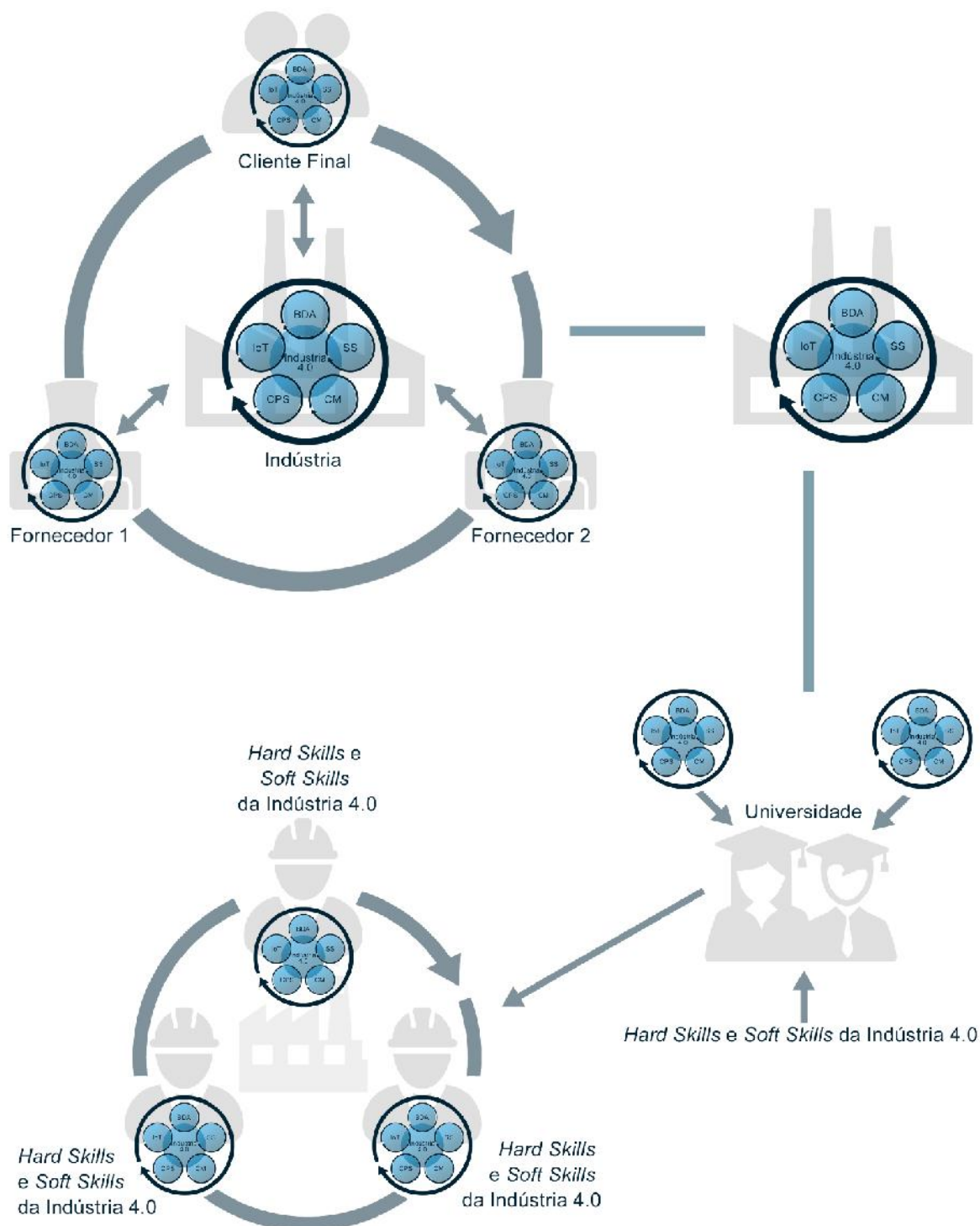
### CONSIDERAÇÕES SOBRE A SEÇÃO AS COMPETÊNCIAS DOS TRABALHADORES NA INDÚSTRIA 4.0

Ao longo deste capítulo observou-se que a demanda das empresas por trabalhadores qualificados vem tornando-se cada vez mais exigido em todos as áreas da organização. Os trabalhadores necessitam desenvolver e executar dispositivos e sistemas avançados de manufatura, como também com a capacidade de gerenciar novos processos e sistemas de informação.

Gehrke *et al.* (2015) enfatiza que as competências e qualificações do trabalhador veem se tornando a chave para o sucesso em uma fábrica altamente inovadora. Assim, o capital humano é de grande importância para a Indústria 4.0, motivo que leva aos governos, universidades e indústrias a colaborarem em treinamento e desenvolvimento da força de trabalho. Essa visão e a conclusão são apresentadas na Figura 18.



Figura 18 - Indústria 4.0 e o Trabalhador



Fonte: Autoria própria

A ideia expressa na Figura 18 expande e amplia os conceitos da Figura 11. A universidade terá o papel de ensinamento das novas tecnologias e também das competências *hard* e *soft* que a Indústria 4.0 demandará, com o papel de redução no período de adaptação da universidade à

indústria. Assim, na Indústria 4.0 os trabalhadores têm conhecimento e competências requeridas pelo novo modelo de indústria e são capazes de executar sistemas avançados de manufatura.

# METODOLOGIA

## CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA E PERGUNTA DE PESQUISA

De acordo com as classificações da pesquisa propostas por Gil (2008), esta pesquisa enquadra-se como bibliográfica sob o ponto de vista do objeto, básica sob o ponto de vista de sua natureza, com uma abordagem predominantemente qualitativa sob o ponto de vista do problema, exploratória e descritiva quanto aos objetivos e um levantamento quanto aos procedimentos técnicos. Assim, resumidamente, o Quadro 7 apresenta as classificações de acordo com os pontos de vista.

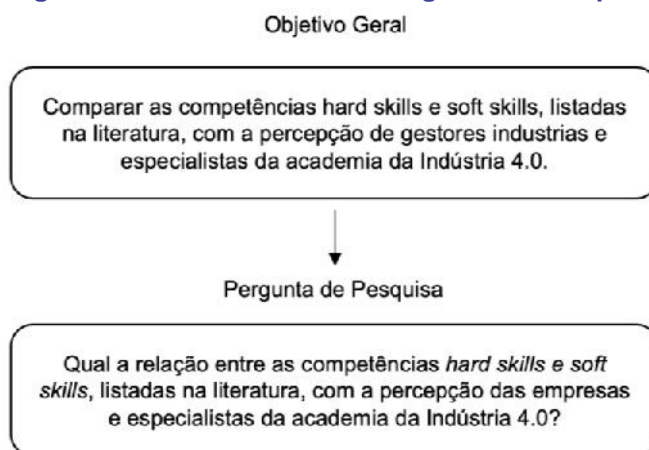
**Quadro 7 - Classificações da Pesquisa**

Ponto de Vista	Classificação
Do objeto	Bibliográfica
De sua natureza	Básica
Do problema	Predominantemente qualitativa
Dos objetivos	Pesquisa exploratória e descritiva
Dos procedimentos técnicos	Levantamento

Fonte: Autoria própria

Este estudo adotou a pergunta de pesquisa apresentada na Figura 19.

**Figura 19 - Levantamento da Pergunta de Pesquisa**



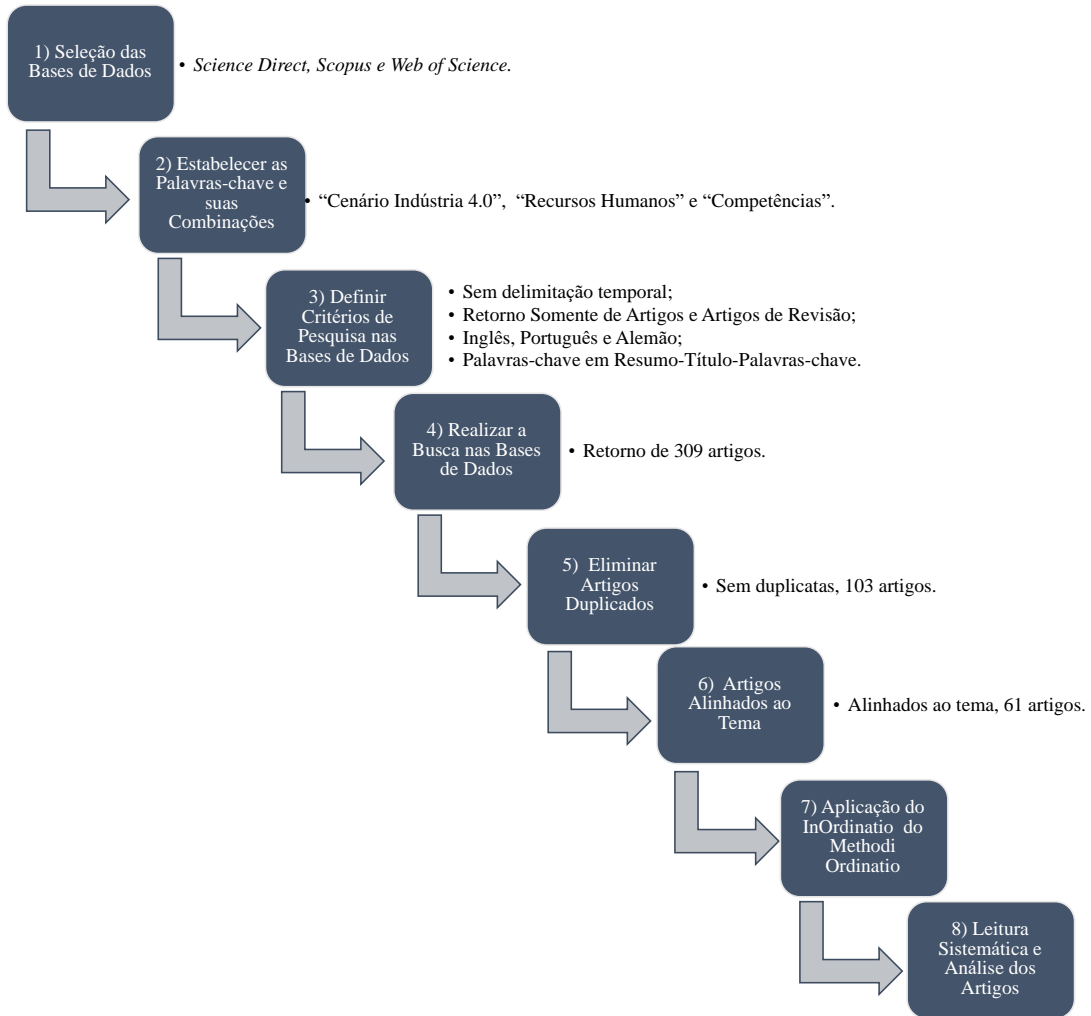
Fonte: Autoria própria

Por fim, para que a pergunta de pesquisa fosse respondida e os objetivos atingidos, as etapas de pesquisa descritas nas subseções a seguir foram pertinentes para o desenvolvimento do estudo.

**MÉTODO PARA CONSTRUÇÃO DA REVISÃO DE LITERATURA (CORPUS DOCUMENTAL)**

O capítulo 2 “Indústria 4.0” é resultado de uma revisão sistemática, com exceção das subsecções Competências do Trabalhador e Tipos de Competências: *hard skills* e *Soft Skills*, em que a revisão sistemática se desenvolveu separadamente. As etapas da metodologia seguiram a proposta apresentada por Pagani, Kovaleski e Resende (2015, 2018), conforme a Figura 20.

**Figura 20 - Etapas da Coleta e Composição do Portfólio**



**Fonte: Adaptado de Pagani, Kovaleski e Resende (2015, 2018)**

Considerando os objetivos, a proposta da pesquisa e para facilitar a organização das informações, foram estruturados três grupos de palavras-chave. O Grupo 1 é o do Cenário Indústria 4.0, englobando as terminologias (em inglês): *Industry 4.0; Advanced manufacturing; Connected Factories; Catapult Centres; Usine du Futur; Smart Industry; Internet-of-Things; Industrie 2030; Productivity 4.0; Innovation and Enterprises*. O Grupo 2 envolveu as palavras-chave “Recursos Humanos”, “Trabalhador” e “Empregado” (*Human Resources; Employee\*; Worker\**). Por fim, o Grupo 3 com “Competências”, “Características”, “Habilidades” (*Skill\*; Characteristic\*; Competence\**). Todas

as palavras-chaves foram combinadas e inseridas nas três bases de dados selecionadas: Scopus, Science Direct e Web of Science, com os critérios apresentados na Etapa 3. De forma complementar a Etapa 3, não houve delimitação temporal, no entanto, os resultados retornados foram dentro o período de 2013 a 2018. Os artigos encontrados foram coletados utilizando o gerenciador de referência JabRef® (Apêndice A).

Após os procedimentos de filtragens, para seleção da amostra final de artigos, aplicou-se o passo 7 da Ordenação Metodológica de Pagani, Kovaleski e Resende (2015, 2018), denominado InOrdinatio do Methodi Ordinatio®. A equação InOrdinatio oferece um auxílio no processo de tomada de decisão quanto a definição da relevância científica de cada artigo usando três critérios (fator de impacto, ano de publicação e número de citações pelo processo proposto). Desta forma, é possível obter estudos relevantes em relação aos critérios científicos mencionados. Nenhum artigo foi excluído nessa etapa, pois com a aplicação da equação, não houve o retorno de nenhum artigo com índice negativo (Anexo A – Quadro 16).

Os resultados foram organizados em (1) Análise Bibliométrica, em que se utilizou do software VosViwer® (construção de redes bibliométricas) para o auxílio das análises; (2) Identificação das Competências dos Trabalhadores na Indústria 4.0, composto de uma análise de conteúdo em que as competências foram identificadas e apresentadas (sendo que foi adicionado material complementar nas análises).

### MÉTODO PARA ELABORAÇÃO DO CHECKLIST

Após a construção do corpus documental (resultante da Figura 20, p. 51) e com as competências dos trabalhadores da Indústria 4.0 identificadas e classificadas em *hard skills* e *Soft Skills*, deu-se a elaboração do *checklist* (lista de verificação) com o propósito de compará-lo com empresas e um grupo de especialistas. Serão utilizados especialistas de referência na indústria (equipe de recursos humanos e líder de projeto Indústria 4.0 em cada empresa) e na academia (pesquisadores da área).

O Quadro 8 apresenta um modelo de *checklist*.

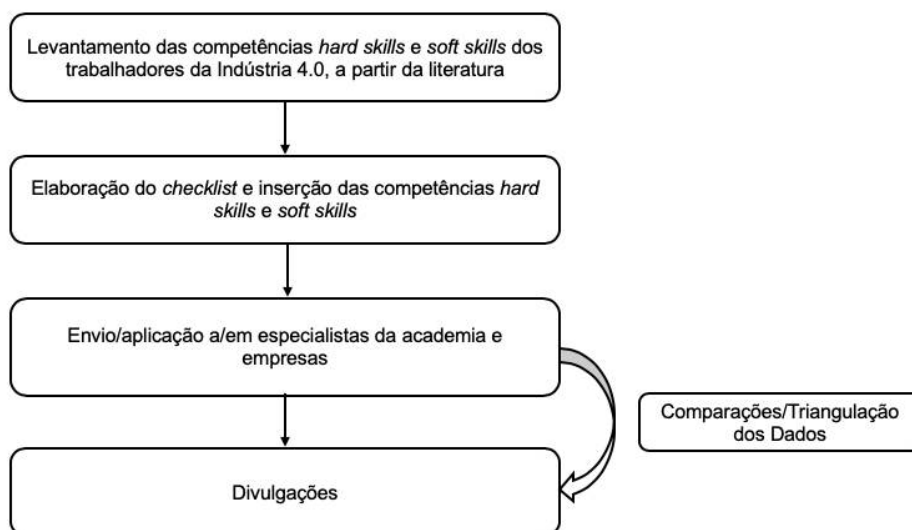
Quadro 8 - Ideia de um Modelo de Checklist

Identificação: --	
<i>Hard Skills</i> (Competências Técnicas) do Trabalhador da Indústria 4.0	<i>Soft Skills</i> (competências Pessoais) do Trabalhador da Indústria 4.0
<input type="radio"/> Competência 1	<input type="radio"/> Competência 1
<input type="radio"/> Competência 2	<input type="radio"/> Competência 2
<input type="radio"/> Competência 3	<input type="radio"/> Competência 3
<input type="radio"/> Competência 4	<input type="radio"/> Competência 4
<input type="radio"/> Competência 5	<input type="radio"/> Competência 5
<input type="radio"/> Competência 6	<input type="radio"/> Competência 6
<input type="radio"/> Competência 7	<input type="radio"/> Competência 7
<input type="radio"/> Competência 8	<input type="radio"/> Competência 8
<input type="radio"/> Competência 9	<input type="radio"/> Competência 9
<input type="radio"/> Competência 10	<input type="radio"/> Competência 10
Sugestões:	

Fonte: Autoria própria

Para construção do modelo de *checklist*, apresentado no Quadro 8, e posterior comparações com empresas e especialistas da academia as etapas da Figura 21 foram pertinentes.

Figura 21 - Etapas para Construção e Comparações do Checklist



Fonte: Adaptado de Weiser et al. (2010)

O modelo de *checklist* proposto neste trabalho foi desenvolvido e adaptado a partir da proposta de construção do *checklist* de Weiser *et al.* (2010), trata-se de um *checklist* de Segurança Cirúrgica da Organização Mundial da Saúde – (OMS).

## MÉTODO DE SELEÇÃO DAS EMPRESAS E ESPECIALISTAS E ENVIO DO QUESTIONÁRIO

### SELEÇÃO DAS EMPRESAS E ESPECIALISTAS NA ACADEMIA

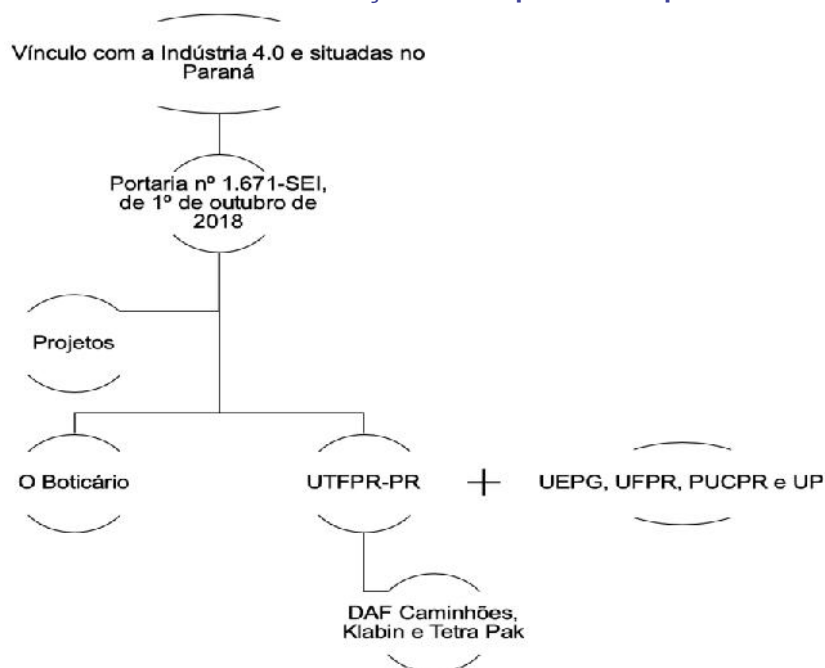
O critério de seleção das empresas e especialistas na academia se deu por meio do vínculo das mesmas com a Indústria 4.0 e estarem situadas no estado do Paraná.

Para satisfazer o critério adotado algumas etapas foram seguidas:

- a) As empresas e uma das universidades foram selecionadas por meio da – PORTARIA Nº 1.671-SEI, DE 1º DE OUTUBRO DE 2018 (BRASIL, 2018) – em que o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) selecionaram dez projetos elaborados por empresas ou instituições brasileiras para as chamadas “Fábricas do Futuro”. Estes projetos alinhados com os temas da estratégia governamental brasileira para a Indústria 4.0. Atendendo aos critérios estabelecidos, selecionaram-se a empresa O Boticário e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Ponta Grossa (PR);
- b) A UTFPR (única universidade selecionada no Paraná), com projeto aprovado, tem a proposta de “desenvolver uma plataforma educacional digital para captar desafios da indústria e da sociedade. A ideia é estimular novas habilidades para os futuros profissionais (GABRIEL FIALHO, 2018, p. 1)”. Assim, as empresas que englobam o projeto apresentado pela UTFPR (DAF Caminhões, Klabin e a Tetra Pak) foram selecionadas para o envio do questionário; e
- c) De maneira adicional, foram selecionadas quatro universidades que possuem professores que desenvolvem projetos de pesquisas relacionadas com a Indústria 4.0, foram encontrados a partir das páginas da universidade as quais divulgam cursos de especialização na área. Sendo: Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG); Universidade Federal do Paraná (UFPR); Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR); e Universidade Positivo (UP).

A Figura 22 apresenta uma síntese do processo de seleção das empresas e especialistas na academia.

Figura 22 - Síntese do Processo de Seleção das Empresas e Especialistas na Academia



Fonte: Autoria própria

### RECORTE DO ESTUDO

Para este trabalho considerou-se: (i) empresas selecionadas e (ii) especialistas da academia.

Com o total de quatro empresas (DAF Caminhões, O Boticário, Klabin e Tetra Pak), os questionários foram enviados para a equipe de recursos humanos da empresa e ao líder do projeto de Indústria 4.0 na empresa. Então, utilizou-se para a pesquisa oito integrantes das empresas.

Para os especialistas da academia obteve-se o total de 29 participantes, sendo 15 da UTFPR, um da UEPG, um da PUCPR, quatro da UP e oito da UFPR.

Das 4 empresas selecionadas três responderam ao questionário, e dos 29 especialistas da academia 14 responderam ao questionário.

### ENVIO DO QUESTIONÁRIO

Após a elaboração do *checklist*, o mesmo foi adaptado para o Formulários Google® para que pudesse ser enviado por meio de um link por e-mail aos representantes das empresas e especialistas na academia. Foram elaborados dois questionários (idênticos), um enviado as empresas e outro aos especialistas na academia (Apêndice B).

O questionário foi organizado em cinco sessões, as sessões são:



- a) Sessão 1 – Pergunta de concordância em participação na pesquisa e que os dados possam ser utilizados para propósitos acadêmicos. O participante concordando, prosseguia para as próximas sessões, se não, a pesquisa era encerrada;
- b) Sessão 2 – Questionário para empresas: assinalar a empresa em que trabalha; e questionário para os especialistas da academia: assinalar a universidade em que trabalha;
- c) Sessão 3 – Assinalar com um “X” a competência técnica condizente ao trabalhador no cenário da Indústria 4.0. Não sendo condizente, deve-se deixar a caixa de seleção em branco;
- d) Sessão 4 – Assinalar com um “X” a competência pessoal condizente ao trabalhador no cenário da Indústria 4.0. Não sendo condizente, deve-se deixar a caixa de seleção em branco;
- e) Sessão 5 – Pergunta aberta em que se pode escrever a competência que julgar necessária para o trabalhador da Indústria 4.0.

A pergunta aberta foi adicionada ao questionário, para que se pudesse identificar competências que não foram levantadas por meio literatura.

Os e-mails foram enviados em três momentos com intervalos de sete dias entre os envios. Os respondentes serão mantidos em sigilo e a identificação se deu-se pelas universidades e empresas.

# RESULTADOS E DISCUSSÕES

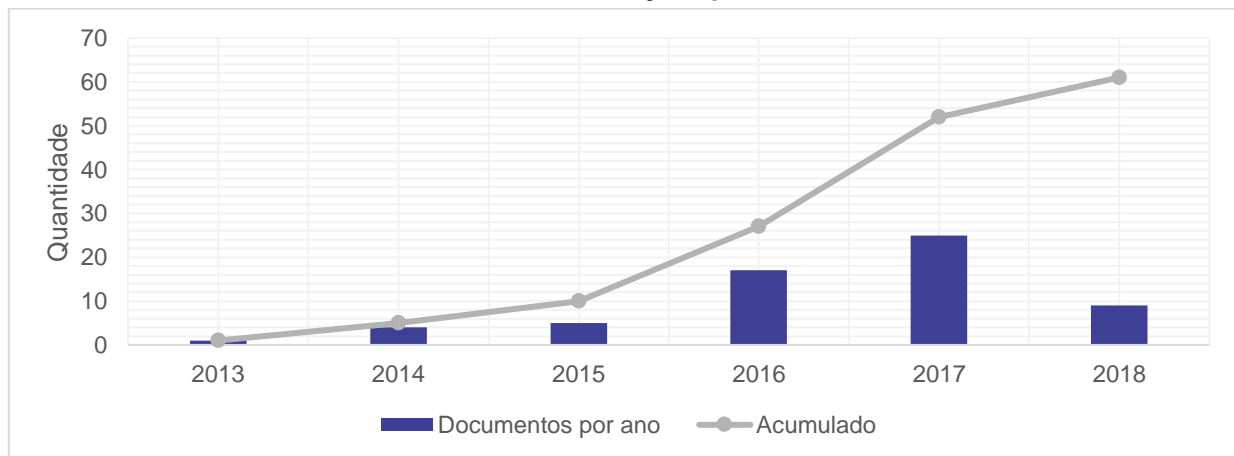
## RESULTADOS DA REVISÃO DE LITERATURA

### ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Os 61 artigos foram escritos por 143 autores e coautores, publicados em 43 revistas no período de cinco anos, contendo 200 palavras-chave diferentes e elaborados por 26 países (especialmente Alemanha, Estados Unidos, Itália, Reino Unido e República Tcheca) em 65 universidades/instituições/centro de pesquisa.

O Gráfico 3 expõem o número de documentos por ano dos 61 artigos.

Gráfico 3 - Número de Publicações por Ano e Acumulado

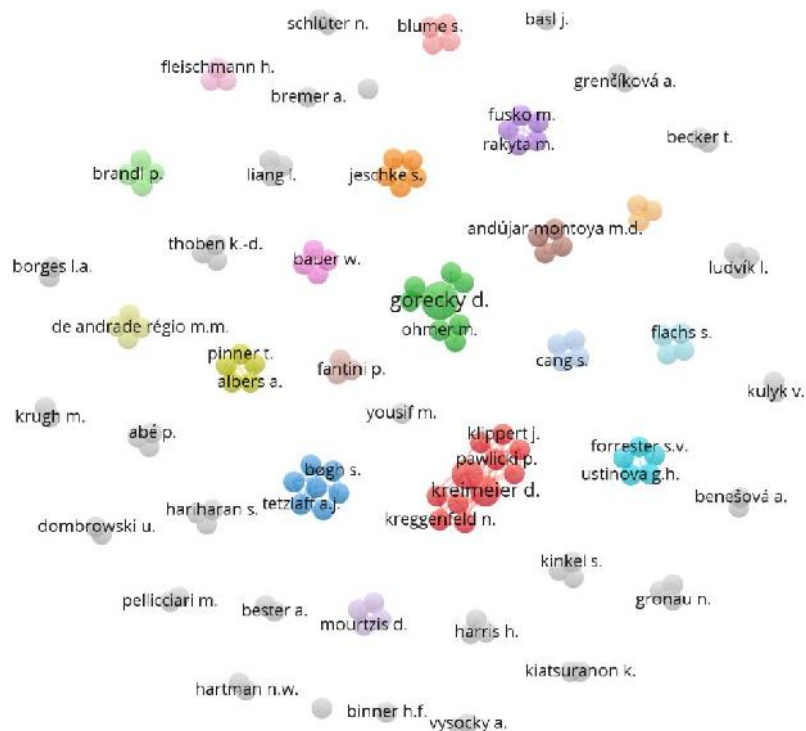


Fonte: Autoria própria

Observa-se que a primeira publicação a respeito do tema ocorreu em 2013 e posteriormente, vê-se o crescente número de publicações ao longo dos anos (a busca nas bases de dados deu-se em meados de 2018, acreditasse ser o motivo do número baixo de publicações encontradas, quando comparado a 2016 e 2017).

A Figura 23 apresenta a rede de coautorias, dos 143 autores e coautores houve a formação de 39 *clusters* - rede de dados - (autores que trabalham juntos na pesquisa) com o total de 202 laços. Assim, constata-se que já há um início de formação de parceiras entre os autores no que se refere ao tema proposto pela pesquisa.

Figura 23 - Coautorias



Fonte: Autoria própria

Os três maiores *clusters* são o vermelho, verde e azul escuro. O Quadro 9 apresenta os autores correlacionados, as instituições, sindicatos e empresas em que se realizou a pesquisa dos devidos autores, seus países e as áreas ou departamentos de pesquisa destes *clusters*.

Quadro 9 - Características dos Três Maiores Clusters

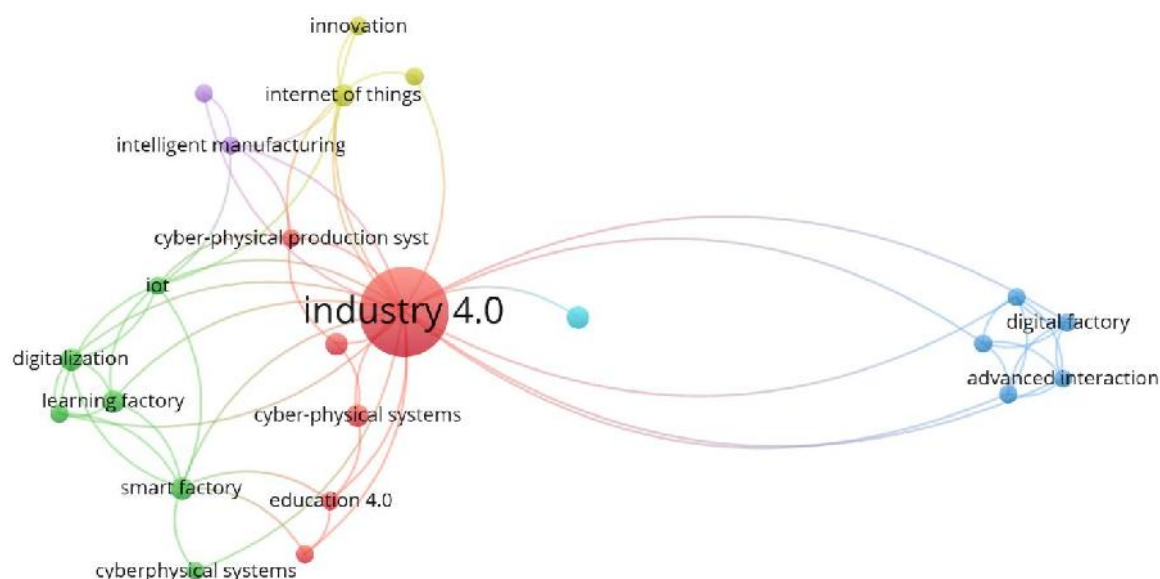
	Autores	Instituições/Empresas/Sindicatos	País	Departamento/Área de Pesquisa
Vermelho	Freith, S.	Ruhr University Bochum	Alemanha	Chair of Production Systems
	Klippert, J.	IG Metall (maior sindicato metalúrgico do mundo)	Alemanha	-
	Kreggenfeld, N.	Ruhr University Bochum	Alemanha	Chair of Production Systems
	Kreimeier, D.	Ruhr University Bochum	Alemanha	Chair of Production Systems
	Kuhlenkötter, B.	Ruhr University Bochum	Alemanha	Chair of Production Systems
	Morlock, F.	Ruhr University Bochum	Alemanha	Chair of Production Systems
	Oberc, H.	Ruhr University Bochum	Alemanha	Chair of Production Systems
	Pawlicki, P.	IG Metall	Alemanha	-
	Prinz, C.	Ruhr University Bochum	Alemanha	Chair of Production Systems
	Reuter, M.	Ruhr University Bochum	Alemanha	Office of Cooperation RUB/IGM
	Wannöffel, M.	Ruhr University Bochum	Alemanha	Office of Cooperation RUB/IGM
Verde	Gorecky, D.	German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI)	Alemanha	Innovative Factory Systems
	Quint, F.	Konica Minolta Business Solutions (Empresa)	Alemanha	-
	Mura, K.	German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI)	Alemanha	Innovative Factory Systems
	Sebastian, K.	Federal Office For Radiation Protection	Alemanha	-
	Schmitt, M.	German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI)	Alemanha	Innovative Factory Systems
	Khamis, M.	German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI)	Alemanha	Innovative Factory Systems
	Ohmer, M.	German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI)	Alemanha	Innovative Factory Systems
	Weyer, S.	German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI)	Alemanha	Innovative Factory Systems
Azul Escuro	Koch, P. J.	Aalborg University	Dinamarca	Dept. of Mechanical and Manufacturing Engineering
	Van Amstel, M. K.	Aalborg University	Dinamarca	Dept. of Mechanical and Manufacturing Engineering
	Dębska, P.	Aalborg University	Dinamarca	Dept. of Mechanical and Manufacturing Engineering
	Thormann, M. A.	Aalborg University	Dinamarca	Dept. of Mechanical and Manufacturing Engineering
	Tetzlaff, A. J.	Aalborg University	Dinamarca	Dept. of Mechanical and Manufacturing Engineering
	Bøgh, S.	Aalborg University	Dinamarca	Robotics & Automation Group
	Chrysostomou, D.	Aalborg University	Dinamarca	Robotics & Automation Group

Fonte: Autoria própria

Como observa-se no Quadro 10, os autores promovem parcerias entre empresas/sindicatos e pesquisadores de diferentes departamentos, mas não houve a interação entre pesquisadores de diferentes países.

A Figura 24 apresenta a coocorrência das 200 palavras-chave.

Figura 24 - Cooocorrência de Palavras-chave

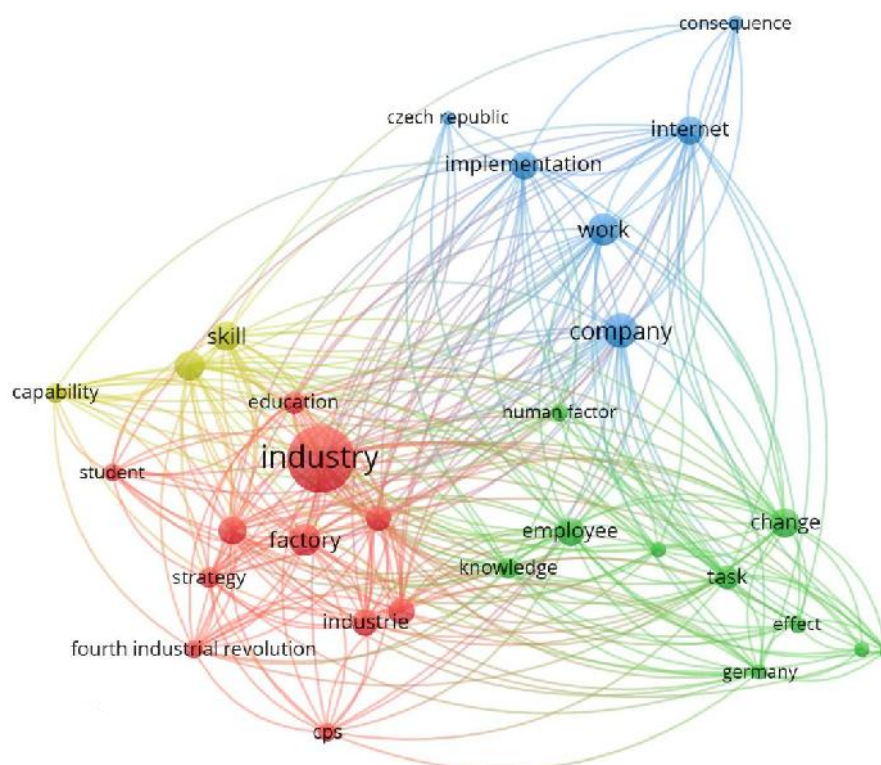


Fonte: Autoria própria

Verifica-se a formação de seis *clusters* com 58 laços, com no mínimo duas ocorrências de cada palavra-chave, com um total de 23. Os dois maiores *clusters* são formados por seis palavras-chave: o Cluster 1- *Industry 4.0, Qualification, Human Factors, Education 4.0, Cyber-Physical Production System e Cyber-Physical Systems* e o Cluster 2 - *Cyber-Physical Systems, Digital Transformation, Digitalization, IoT, Learning Factory e Smart Factory*.

A Figura 25 apresenta a ocorrência de termos/palavras.

Figura 25 - Ocorrência de Termos/Palavras



Fonte: Autoria própria

Ao compararmos a coocorrência de palavras-chave (Figura 24, mínimo seis ocorrências) com a ocorrência de termos/palavras nos resumos e títulos dos 61 artigos, constata-se uma mudança no termo mais repetitivo de “Indústria 4.0” para “Industry”.

O número de termos/palavras é de 30, o de *clusters* quatro com 296 laços. Os dois maiores *clusters* envolvem, respectivamente, 11 e 10 termos: o Cluster 1 - *Challenge, CPS, Education, Factory, Fourth Industrial Revolution, Industrie, Industry, Manufacturing, Production, Strategy, Student* e o Cluster 2 - *4th Industrial Revolution, Change, Communication Technology, Effect, Employee, Germany, Human Factor, Knowledge, Quality Occupation e Task*.

## ANÁLISE DE CONTEÚDO

### IDENTIFICAÇÃO DAS COMPETÊNCIAS DOS TRABALHADORES NA INDÚSTRIA 4.0

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como já mencionado anteriormente, para a melhor compreensão na identificação das competências, o trabalho utilizou-se do conceito de *hard skills* e *Soft Skills* para classificar e conceituar as competências em duas categorias.

O Quadro 10 apresenta as competências identificadas e agrupadas em *hard skills*.

**Quadro 10 - Competências Técnicas Identificadas**

Competências Técnicas (Hard Skills)	Autores
Interação Homem-máquina	BAUER <i>et al.</i> (2014); DOMBROWSKI e WAGNER (2014); STOCKER <i>et al.</i> (2014); BREMER (2015); GEHRKE <i>et al.</i> (2015); QUINT, SEBASTIAN e GORECKY (2015); WEYER <i>et al.</i> (2015); ALBERS <i>et al.</i> (2016); BECKER e STERN (2016); FLEISCHMANN, KOHL e FRANKE (2016); HECKLAU <i>et al.</i> (2016); HIRSCH-KREINSEN (2016); IMPLEMENTATION STRATEGY INDUSTRIE (2016); MÜLLER <i>et al.</i> (2016); PRINZ <i>et al.</i> (2016); RAKYTA <i>et al.</i> (2016); REDDY, SINGH e SINGH (2016); SACKEY e BESTER (2016); VYSOCKY e NOVAK (2016); ZHOU, LIU e LIANG (2016); AMORIM (2017); ANDÚJAR-MONTOYA <i>et al.</i> (2017); BASL <i>et al.</i> (2017); CARUSO (2017); COTET, BALGIU e NEGREA (2017); GORECKY, HAMIS e MURA (2017); GRONAU, ULLRICH e TEICHMANN (2017); KOCH <i>et al.</i> (2017); KULYK e PARMOVÁ (2017); OBI, LEGGETT e HARRIS (2017); PERUZZINI e PELLICCIARI (2017); RÉGIO <i>et al.</i> (2017); REUTER <i>et al.</i> (2017); SIMONS, ABÉ e NESER (2017); THOBEN <i>et al.</i> (2017); WAIBEL <i>et al.</i> (2017); BÜTH <i>et al.</i> (2018); FANTINI, PINZONE e TAISCH (2018); HANNOLA <i>et al.</i> (2018); KRUGH e MEARS (2018); MOURTZIS <i>et al.</i> (2018); SIVATHANU e PILLAI (2018); SUN <i>et al.</i> (2018); WILKESMANN e WILKESMANN (2018).
Alta Qualificação	JOVANOVIC e HARTMAN (2013); BREMER (2015); GEHRKE <i>et al.</i> (2015); FALCK e SCHÜLLER (2016); FORRESTER <i>et al.</i> (2016); HECKLAU <i>et al.</i> (2016); IMPLEMENTATION STRATEGY INDUSTRIE (2016); YOUSIF (2016); BENEŠOVÁ e TUPA (2017); ARUSO (2017); KIATSURANON e SUWUNNAMEK (2017); MACUROVÁ, LUDVÍK e ŠWAKOVÁ (2017); REUTER <i>et al.</i> (2017); WAIBEL <i>et al.</i> (2017); BÜTH <i>et al.</i> (2018); WILKESMANN e WILKESMANN (2018).
Noções básicas de segurança de TI	GEHRKE <i>et al.</i> (2015); QUINT, SEBASTIAN e GORECKY (2015); HECKLAU <i>et al.</i> (2016); IMPLEMENTATION STRATEGY INDUSTRIE (2016); REDDY, SINGH e SINGH (2016); WAIBEL <i>et al.</i> (2017); NYIKES (2018).
Interdisciplinaridade	GEHRKE <i>et al.</i> (2015); QUINT, SEBASTIAN e GORECKY (2015); PRINZ <i>et al.</i> (2016); KINKEL, SCHEMMANN e LICHTNER (2017).
Habilidades de TI sólidas	BAUER <i>et al.</i> (2014); STOCKER <i>et al.</i> (2014); BREMER (2015); GEHRKE <i>et al.</i> (2015); FALCK e SCHÜLLER (2016); SACKEY e BESTER (2016); BENEŠOVÁ e TUPA (2017); KIATSURANON e SUWUNNAMEK (2017); KINKEL, SCHEMMANN e LICHTNER (2017); KULYK e PARMOVÁ (2017); RÉGIO <i>et al.</i> (2017); SHAMIM <i>et al.</i> (2017); WAIBEL <i>et al.</i> (2017).
Capacitação em tecnologias habilitadoras	JOVANOVIC e HARTMAN (2013); GEHRKE <i>et al.</i> (2015); QUINT, SEBASTIAN e GORECKY (2015); BORGES e TAN (2016); FALCK e SCHÜLLER (2016); FLEISCHMANN, KOHL e FRANKE (2016); IMPLEMENTATION STRATEGY INDUSTRIE (2016); SACKEY e BESTER (2016); ZHOU, LIU e LIANG (2016); KIATSURANON e SUWUNNAMEK (2017); MOTYL <i>et al.</i> (2017); OBI, LEGGETT e HARRIS (2017); SIMONS, ABÉ e NESER (2017); HANNOLA <i>et al.</i> (2018); MOURTZIS <i>et al.</i> (2018); NYIKES (2018).

Fonte: Autoria própria

O Quadro 11 apresenta as competências identificadas e agrupadas em *Soft Skills*.

**Quadro 11 - Competências Pessoais Identificadas**

Competências Pessoais (Soft Skills)	Autores
Maior responsabilidade	HECKLAU <i>et al.</i> (2016); GRONAU, ULLRICH e TEICHMANN (2017); SIMONS, ABÉ e NESER (2017); THOBEN <i>et al.</i> (2017).
Habilidades Interculturais	HECKLAU <i>et al.</i> (2016); RÉGIO <i>et al.</i> (2016); GRONAU, ULLRICH e TEICHMANN (2017); KIATSURANON e SUWUNNAMEK (2017); KULYK e PARMOVÁ (2017).
Habilidades de Liderança	HECKLAU <i>et al.</i> (2016); IMPLEMENTATION STRATEGY INDUSTRIE (2016); GRONAU, ULLRICH e TEICHMANN (2017); SIVATHANU e PILLAI (2018).
Pensamento Holístico	DOMBROWSKI e WAGNER (2014); PRINZ <i>et al.</i> (2016); KINKEL, SCHEMMANN E LICHTNER (2017); SIMONS, ABÉ e NESER (2017).
Adaptabilidade	BINNER (2014); GEHRKE <i>et al.</i> (2015); WAHL (2015); IMPLEMENTATION STRATEGY INDUSTRIE (2016); PRINZ <i>et al.</i> (2016); SACKY e BESTER (2016); BENEŠOVÁ e TUPA (2017); COTET, BALGIU e NEGREA (2017); GORECKY, HAMIS e MURA (2017); GRENČIKOVÁ e VOJTOVIČ (2017); GRONAU, ULLRICH e TEICHMANN (2017); KULYK e PARMOVÁ (2017); LIU (2017); OBI, LEGGETT e HARRIS (2017); RÉGIO <i>et al.</i> (2017); REUTER <i>et al.</i> (2017); SCHLÜTER e SOMMERHOFF (2017); SHAMIM <i>et al.</i> (2017); SIVATHANU e PILLAI (2018).
Flexibilidade	JOVANOVIC e HARTMAN (2013); BINNER (2014); QUINT, SEBASTIAN e GORECKY (2015); WAHL (2015); BORGES e TAN (2016); FALCK e SCHÜLLER (2016); IMPLEMENTATION STRATEGY INDUSTRIE (2016); SACKY e BESTER (2016); ZHOU, LIU e LIANG (2016); GORECKY, HAMIS e MURA (2017); GRENČIKOVÁ e VOJTOVIČ (2017); GRONAU, ULLRICH e TEICHMANN (2017); KIATSURANON e SUWUNNAMEK (2017); KULYK e PARMOVÁ (2017); SHAMIM <i>et al.</i> (2017); SIMONS, ABÉ e NESER (2017); WAIBEL <i>et al.</i> (2017); BENEŠOVÁ e TUPA (2018); KRUGH e MEARS (2018); SIVATHANU e PILLAI (2018).
Criatividade/Inovação	STOCKER <i>et al.</i> (2014); QUINT, SEBASTIAN e GORECKY (2015); FORRESTER <i>et al.</i> (2016); IMPLEMENTATION STRATEGY INDUSTRIE (2016); BASL <i>et al.</i> (2017); CARUSO (2017); COTET, BALGIU e NEGREA (2017); GRENČIKOVÁ e VOJTOVIČ (2017); KINKEL, SCHEMMANN E LICHTNER (2017); KULYK e PARMOVÁ (2017).

Fonte: Autoria própria

Para a identificação das competências e inserção no *checklist*, foram consideradas somente competências que tivessem a frequência de quatro ou mais em pesquisas diferentes. Ao total foram identificadas 13 competências. A competência técnica mais citadas pelos autores é a 'Interação Homem-máquina', já a competência pessoal mais citada pelos autores é a 'Flexibilidade'. O Quadro 12 esclarece/descreve individualmente as competências identificadas.

**Quadro 12 - Descrição das Competências Levantadas**

Competências Levantadas	Descrição
Maior responsabilidade	Com o aumento na complexidade das tarefas nas empresas, exige-se uma maior responsabilidade no planejamento, supervisão, execução destas tarefas.
Habilidades Interculturais	O campo de atuação não será restrito somente a cidade ou ao país, passa a ser internacional; Fluência em diferentes línguas; e entendendo diferentes culturas, especialmente hábitos de trabalho divergentes, ao trabalhar globalmente.
Habilidades de Liderança	Tarefas mais responsáveis e hierarquias achatadas fazem com que todos os funcionários se tornem líderes rapidamente.



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Interdisciplinaridade	Perfil multidisciplinar, os trabalhadores devem possuir conhecimento de todas as áreas; Competências interdisciplinares de vários domínios, como engenharia, tecnologia da informação e ciência da computação.
Pensamento Holístico	Compreensão de toda a indústria.
Adaptabilidade	Adaptar-se a constantes mudanças no mercado/ indústria/ processo.
Flexibilidade	Atendimento de demandas em horários diversos e onde estiverem.
Criatividade/Inovação	Criação de ideias/execução de ideias gerando valor.
Interação Homem-máquina	Agruparam-se neste item todas as competências/habilidades no que diz respeito a interação que ocorre entre o homem e a máquina, são elas: Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Robôs Colaborativos, <i>Smart Wearables</i> , Habilidades de Rede, Habilidades de Tecnologia, Habilidades de mídia e Habilidades de Codificação.
Alta Qualificação	Aumenta a exigência por trabalhadores altamente qualificados.
Noções básicas de segurança de TI	O trabalho virtual em servidores ou plataformas obriga os funcionários a estarem cientes da segurança cibernética.
Habilidades de TI sólidas	A Indústria 4.0 exige pessoas capacitadas para projetar, desenvolver, executar e manter programas de redes.
Capacitação em tecnologias habilitadoras	Capacitação das tecnologias apresentadas no Quadro 3.

Fonte: Autoria própria

O Quadro 13 apresenta as competências identificadas na literatura, mas que foram citadas somente por um ou dois autores (não inseridas no *checklist*/questionário).

Quadro 13 - Competências Excluídas do Checklist/Questionário

<i>Hard Skills</i>	Autores
Alfabetização Técnica	GREŇČÍKOVÁ e VOJTOVIČ (2017); SACKY e BESTER (2016).
Alfabetização em Informática	KULYK e PARMOVÁ (2017).
<i>Soft Skills</i>	Autores
Mentalidade Sustentável	HECKLAU <i>et al.</i> (2016)

Fonte: Autoria própria

Reafirmando, o trabalho do futuro é complexo e o trabalhador precisa estar qualificado, diante de treinamentos adequados e de aprendizagem contínua. Assim, o ser humano e as máquinas enfrentam mudanças em ambientes e em processos, resultando ao trabalhador maior liberdade na tomada de decisão e melhorias ergonômicas (PERUZZINI; PELLICCIARI, 2017; THOBEN *et al.*, 2017).

O apoio aos novos estudos auxilia na implementação da Indústria 4.0 (DOMBROWSKI; WAGNER, 2014), sendo que este percurso não é fácil ou rápido e, provavelmente, desafios culturais e otimização dos processos industriais são necessários. Porém, o grande desafio é realizar o recrutamento de trabalhadores altamente qualificados, a identificação e o desdobramento das competências desses trabalhadores por meio de seleção e treinamento. Assim, é possível o atingimento por completo da implementação da Indústria 4.0 (YOUSIF, 2016).

Embora o papel do ser humano no cenário da Indústria 4.0 não esteja visivelmente definido (KRUGH; MEARS, 2018) sabe-se que suas tarefas desempenham-se em ambientes tecnológicos

cada vez mais complexos (BREMER, 2015; GORECKY; HAMIS; MURA, 2017), com demandas de amplas competências (QUINT; SEBASTIAN; GORECKY, 2015; BENEŠOVÁ; TUPA, 2018) confrontando-se com novas tarefas que exigem elevada qualificação (FALCK; SCHÜLLER, 2016; WAIBEL *et al.*, 2017). Estabelecendo a formação profissional e acadêmica (WILKESMANN; WILKESMANN, 2018), a interação homem-máquina (ANDÚJAR-MONTOYA *et al.*, 2017; FLEISCHMANN; KOHL; FRANKE, 2016; KOCH *et al.*, 2017; PERUZZINI; PELLICCIARI, 2017; FANTINI; PINZONE; TAISCH, 2018), a adaptação ao ambiente em constante mudança (KULYK; PARMOVÁ, 2017) e a capacitação dos trabalhadores em competências digitais (HANNOLA *et al.*, 2018; NYIKES, 2018) representam fatores-chaves para o sucesso na prática e implementação da Indústria 4.0.

O gerenciamento e como gerenciar os trabalhadores na Indústria 4.0 é um grande desafio (LIU, 2017), o ritmo e a profundidade da mudança na Indústria 4.0 afeta, além da organização, a sociedade como um todo (SCHLÜTER; SOMMERHOFF, 2017; MACUROVÁ; LUDVÍK; ŠWAKOVÁ, 2017), na forma que essas pessoas pensam, vivem e trabalham (RÉGIO *et al.*, 2017) e espera-se efeitos positivos ao futuro do trabalho (CARUSO, 2017). Fatores humanos como as competências dos trabalhadores, influenciam na adoção eficaz das novas tecnologias (BORGES; TAN, 2016) e são fatores de sucesso cruciais em uma organização (GRONAU; ULLRICH; TEICHMANN, 2017), reafirmando que o capital humano é o principal recurso dentro das organizações (CIMATTI, 2016; FORRESTER *et al.*, 2016).

Jovanovic e Hartmano (2013) afirmam que o setor manufatureiro enfrenta dificuldades em contratar trabalhadores altamente qualificados e que se adaptem às novas tecnologias que surgem rapidamente. Já Wahl (2015) questiona se os trabalhadores estão preparados para a Indústria 4.0 contrariando a visão de Stocker *et al.* (2014) que reitera que o trabalhador é o elemento mais flexível no cenário industrial.

Büth *et al.* (2018) e Mourtzis *et al.* (2018) reiteram que devem-se investir em educação e treinamento, meios essenciais para preparar os funcionários nas mudanças tecnológicas e no cenário global da indústria. Surge também o “*Smart Human Resources 4.0*” (SHR 4.0) em que se utiliza das novas tecnologias no gerenciamento dos trabalhadores, resultando em equipes de recursos humanos hábeis e preparadas para a Indústria 4.0 (SIVATHANU; PILLAI, 2018). A área de recursos humanos passa por grandes mudanças (GREŇČÍKOVÁ; VOJTOVIČ, 2017) e é a partir das práticas de recursos humanos que se tem uma das fontes de formação, desenvolvimento e aprimoramento das

competências, habilidades, capacidades, comportamentos e atitudes dos trabalhadores (SHAMIM *et al.*, 2017).

### RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO CHECKLIST (QUESTIONÁRIO)

A Figura 26 apresenta o *checklist* estruturado e acrescido das competências identificadas na literatura.

Figura 26 - *Checklist* com as competências da Indústria 4.0

COMPETÊNCIAS DOS TRABALHADORES DA INDÚSTRIA 4.0	
PPGEP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção	
<i>HARD SKILLS</i> (COMPETÊNCIAS TÉCNICAS) DO TRABALHADOR DA INDÚSTRIA 4.0	<i>SOFT SKILLS</i> (COMPETÊNCIAS PESSOAIS) DO TRABALHADOR DA INDÚSTRIA 4.0
<input type="checkbox"/> <b>Interação Homem-Máquina</b> (p. ex. Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Robôs Colaborativos)	<input type="checkbox"/> <b>Flexibilidade</b> (p. ex. atendimento de demandas em horários diversos e onde estiverem)
<input type="checkbox"/> <b>Alta Qualificação</b>	<input type="checkbox"/> <b>Adaptabilidade</b> (p. ex. adaptar-se a constantes mudanças no mercado/indústria/processo)
<input type="checkbox"/> <b>Noções Básicas de Segurança de TI</b>	<input type="checkbox"/> <b>Criatividade/Inovação</b>
<input type="checkbox"/> <b>Interdisciplinaridade</b> (p. ex. compreensão e operação de todos os seus processos)	<input type="checkbox"/> <b>Pensamento Holístico</b> (p. ex. compreensão de toda a indústria)
<input type="checkbox"/> <b>Habilidades de TI</b>	<input type="checkbox"/> <b>Maior Responsabilidade</b>
<input type="checkbox"/> <b>Capacitação em Tecnologias Habilitadoras</b> (p. ex. Impressora 3D, <i>Big Data</i> , Internet das Coisas)	<input type="checkbox"/> <b>Habilidades de Liderança</b>
	<input type="checkbox"/> <b>Habilidades Interculturais</b>
Qual competência (não citada acima) você julga necessária para os trabalhadores da Indústria 4.0?	

Fonte: Autoria própria

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

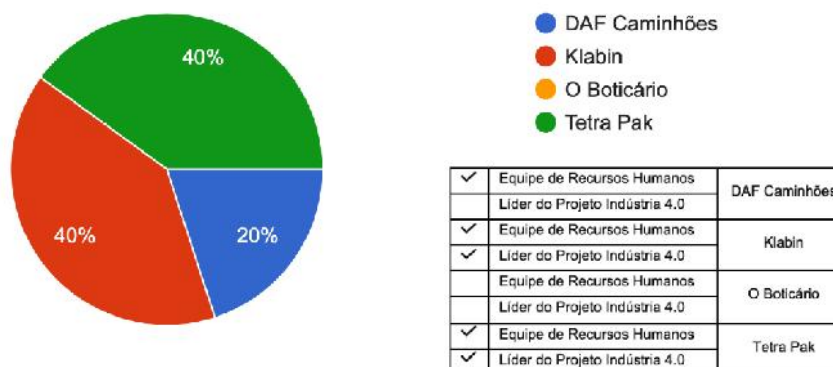
Como já mencionado na metodologia, para o envio do *checklist*, o mesmo foi adaptado para o Formulários Google®. E também, para facilitar e não confundir a interpretação de algumas das competências lidas pelo respondente, acrescentou-se às competências uma breve descrição do seu significado ou exemplos.

O *checklist*/questionário, após o retorno dos três envios, obteve o número total de cinco respondentes para as empresas, sendo que para a empresa O Boticário não se obteve retorno. O Gráfico 4 apresenta o número total de respondentes das empresas.

**Gráfico 4 - Número Total de Respondentes das Empresas**

Em qual empresa você trabalha?

5 respostas



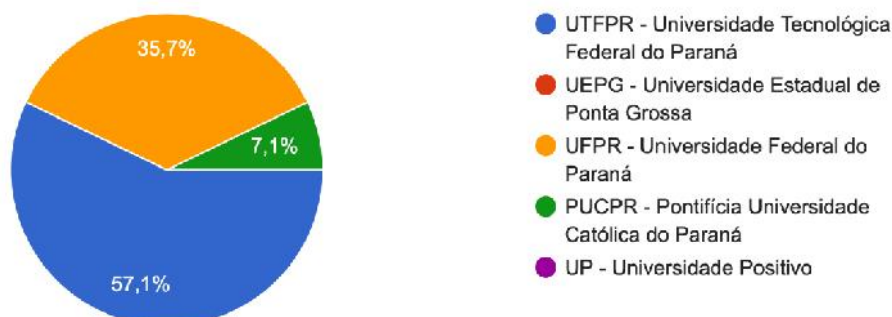
Fonte: Autoria própria

Observa-se no Gráfico 4 que se alcançou 100% dos respondentes das empresas Klabin e Tetra Pak, ou seja, a equipe de recursos humanos e o líder do projeto Indústria 4.0 na empresa. E somente um respondente da empresa DAF Caminhões (equipe de recursos humanos da empresa). Da empresa o boticário não houve retorno

O Gráfico 5 apresenta o número total de respondentes dos especialistas da academia.

### Gráfico 5 - Número Total de Respondentes dos Especialistas da Academia Em qual universidade você trabalha?

14 respostas



Fonte: Autoria própria

O número total de respondentes dos especialistas da academia foi de 14 respostas. Não houve respostas da Universidade Positivo e da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

O maior número de respondentes foi da UTFPR com oito respostas, seguido da UFPR com cinco respostas, e um da PUCPR. Mas, comparando-se com o total de envios por universidade, a porcentagem é diferente. Tem-se 100% do retorno da PUCPR, 62,5% dos respondentes da UFPR e por fim 53,3% dos respondentes da UTFPR.

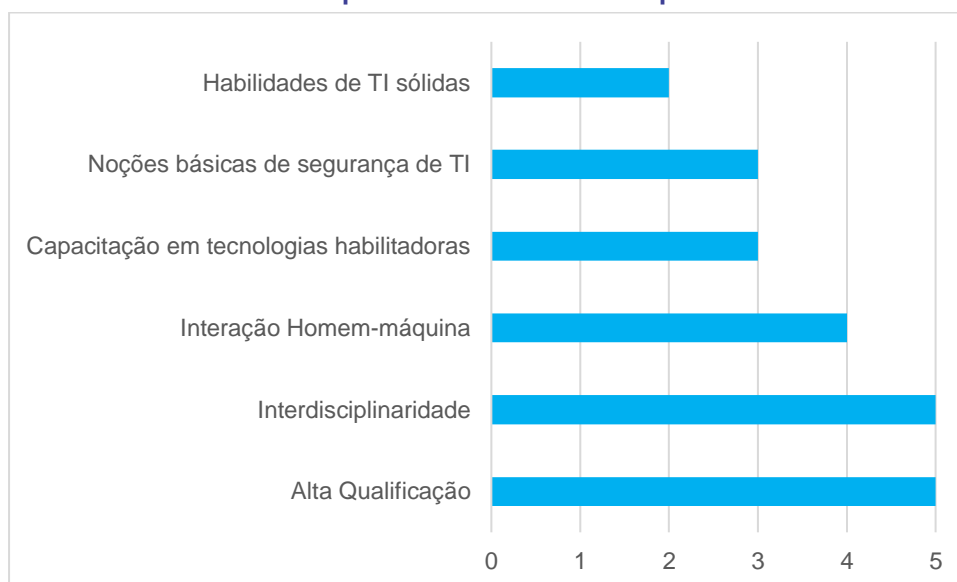
Todos os respondentes do questionário concordaram em participar da pesquisa, respondendo “Sim” a questão: “*Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar e que eu posso interromper minha participação a qualquer momento. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para propósitos acadêmicos. Você concorda em participar desta pesquisa?*”.

## RESULTADOS DO CHECKLIST, PERCEPÇÃO DAS EMPRESAS E ESPECIALISTAS DA ACADEMIA DA INDÚSTRIA 4.0

Os resultados dos especialistas da academia e empresas serão organizados em: competências técnicas (*hard skills* – gráfico azul) e competências pessoais (*Soft Skills* – gráfico amarelo).

Os resultados do *checklist*/questionário aplicado as empresas, referente as competências *hard skills* é apresentado no Gráfico 6.

**Gráfico 6 - Competências *Hard Skills* Empresas**

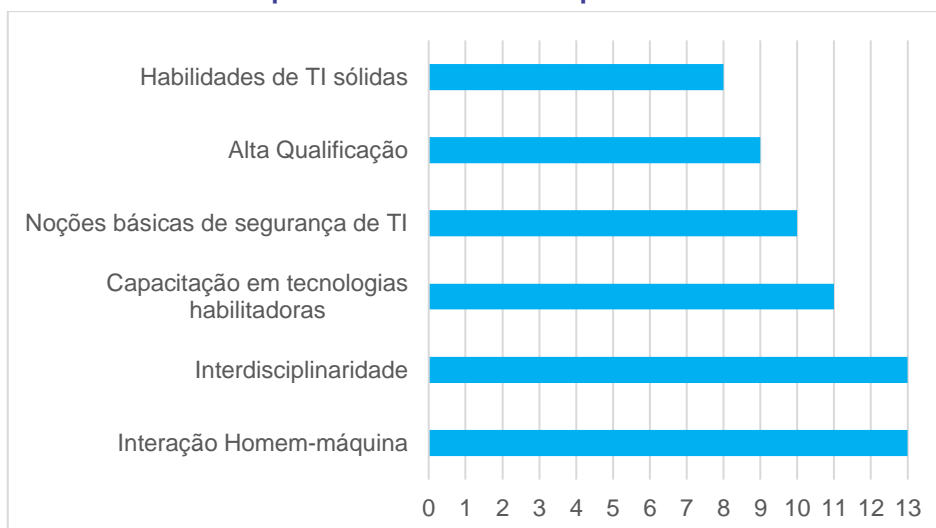


Fonte: Autoria própria

Verifica-se que as competências *hard skills* apontadas pelas empresas, como sendo essenciais aos trabalhadores da Indústria 4.0 são: Alta Qualificação; Interdisciplinaridade; e Interação Homem-máquina.

Já o Gráfico 7 apresenta as competências *hard skills* dos especialistas da academia.

**Gráfico 7 - Competências *Hard Skills* Especialistas da Academia**

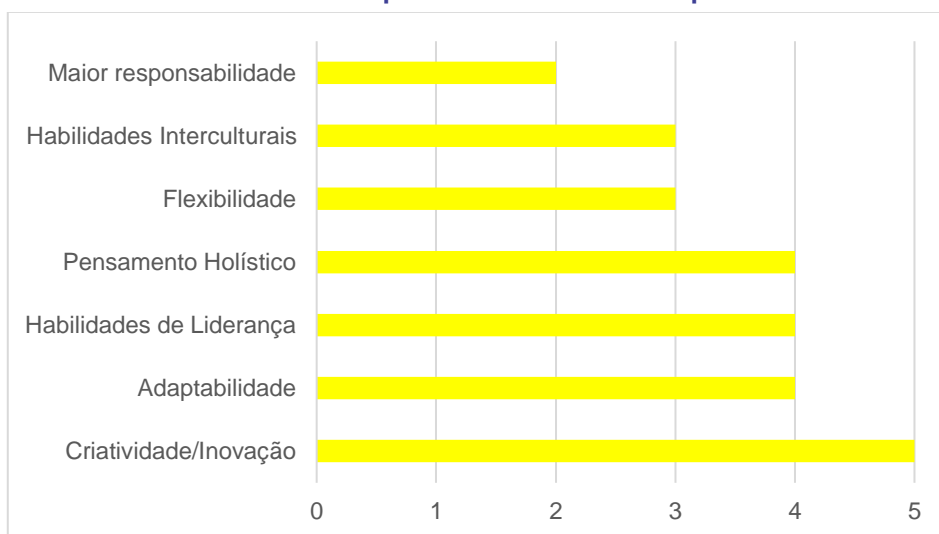


Fonte: Autoria própria

Já as competências *hard skills*, na percepção dos especialistas da academia, relevantes para o cenário 4.0 são: Interação Homem-máquina; Interdisciplinaridade e Capacitação em tecnologias habilitadoras.

Os resultados das competências *Soft Skills*, na percepção das empresas, são apresentados no Gráfico 8.

**Gráfico 8 - Competências *Soft Skills* Empresas**

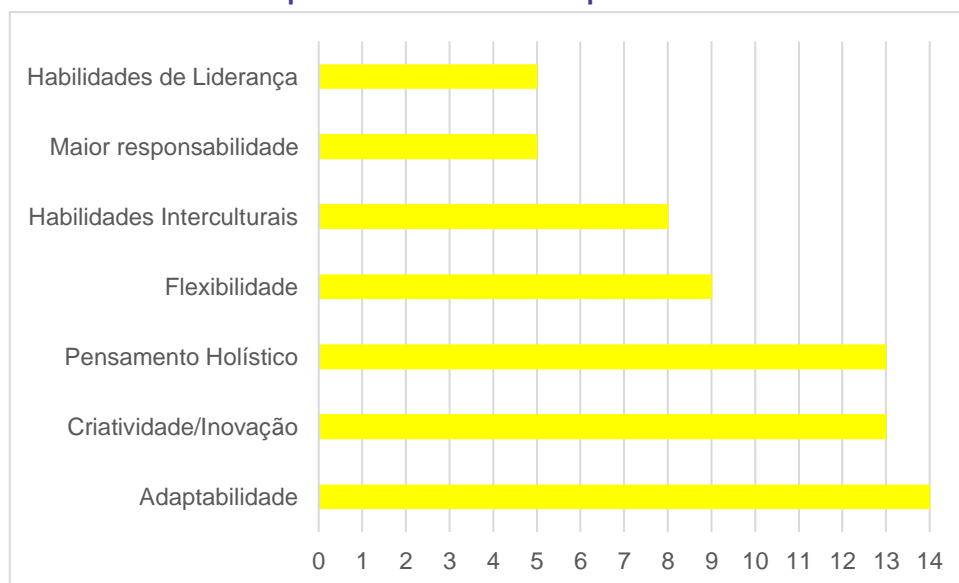


Fonte: Autoria própria

Nota-se que, na percepção das empresas, as competências *Soft Skills* essenciais são: Criatividade/Inovação e Adaptabilidade; Habilidades de Liderança e Pensamento holístico.

O Gráfico 9 expõe os resultados das competências *Soft Skills* quanto a percepção dos especialistas da academia.

**Gráfico 9 - Competências *Soft Skills* Especialistas da Academia**



Fonte: Autoria própria

As competências *Soft Skills*, na percepção dos especialistas da academia, essenciais para os trabalhadores da Indústria 4.0 são: Adaptabilidade e Criatividade/Inovação; Pensamento Holístico.

### DISCUSSÕES: COMPARAÇÕES DO CHECKLIST, ELABORADO A PARTIR DA LITERATURA, COM A PERCEPÇÃO DAS EMPRESAS E ESPECIALISTAS DA ACADEMIA DA INDÚSTRIA 4.0

Para facilitar a realização das comparações, incorporou-se ao *checklist*, com as competências identificadas por meio da literatura, pontuações. Cada autor que citou determinada competência associou-se um ponto a essa competência. Assim, pode-se contabilizar quais competências foram mais citadas e conseqüentemente, relevantes para a literatura e recorrentes nas pesquisas. O Quadro 14 apresenta as pontuações de cada competência.

Quadro 14 - Pontuação de Cada Competência

Competências Técnicas ( <i>Hard Skills</i> )	Pontuação	Competências Pessoais ( <i>Soft Skills</i> )	Pontuação
Interação Homem-máquina	44	Flexibilidade	20
Alta Qualificação	16	Adaptabilidade	19
Capacitação em tecnologias habilitadoras	15	Criatividade/Inovação	10
Habilidades de TI sólidas	13	Habilidades Interculturais	5
Noções básicas de segurança de TI	7	Maior responsabilidade	4
Interdisciplinaridade	4	Habilidades de Liderança	4
		Pensamento Holístico	4

Fonte: Autoria própria

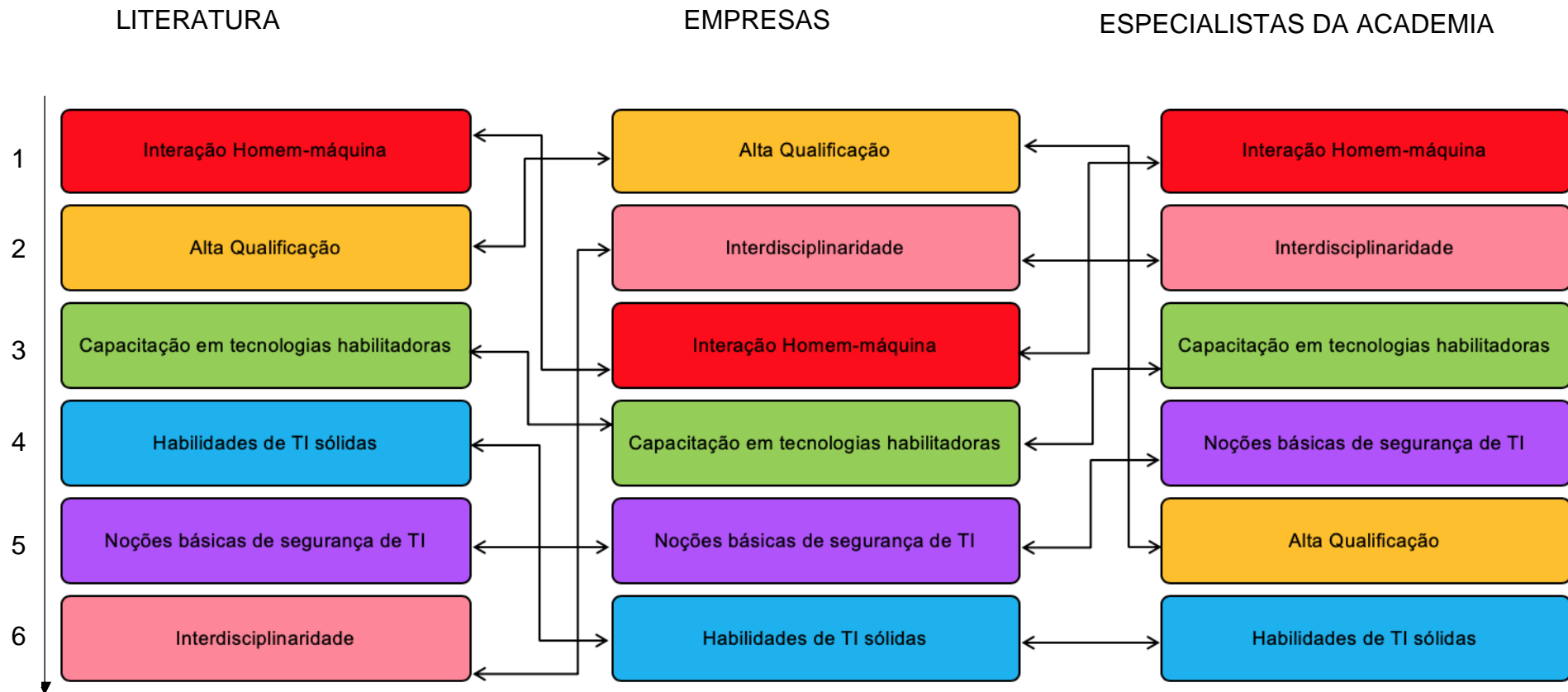
A partir do Quadro 14, pode-se identificar as competências mais recorrentes e relevantes, para a literatura, no cenário da Indústria 4.0. Assim, das 13 competências levantadas, as três *hard skills* mais pontuadas foram: Interação homem-máquina, Alta Qualificação e Capacitação em tecnologias habilitadoras. E competências *Soft Skills* mais pontuadas foram: Flexibilidade, Adaptabilidade e Criatividade/Inovação.

As comparações entre literatura, especialistas da academia e empresas serão organizadas em: competências técnicas (*hard skills*); competências pessoais (*Soft Skills*); e competências gerais (*hard e Soft Skills*).

A Figura 27 apresenta, de forma decrescente, a competência técnica (*hard skills*) mais requisita e a menos requisita pela literatura, empresas e especialistas da academia e suas comparações/diferenças.



Figura 27 - Competências Técnicas: comparações - Literatura; Empresas e Especialistas da Academia



Fonte: Autoria própria

As discussões da Figura 27 foram realizadas por linhas (identificadas ao lado esquerdo da Figura 31); e/ou por semelhanças entre duas competências na mesma linha e/ou por conjunto de linhas. Em uma análise preliminar, nota-se que há divergências entre as competências técnicas (*hard skills*) quando as comparamos entre literatura, empresas e especialistas da academia, com algumas similaridades.

Na primeira linha observa-se uma semelhança entre a literatura e os especialistas da academia a respeito da *hard skill* mais relevante: Interação Homem-máquina. Enquanto que a *hard skill* mais relevante para as empresas é a Alta Qualificação.

Na análise da Indústria 4.0, a primeira e mais relevante “novidade” dessa era é a união do ambiente virtual com o real. O desafio do trabalhador é de saber manipular e interagir (interação homem-máquina) com robôs colaborativos, *smart wearables*, entre outros. Bremer (2015) afirma que a inserção dessas novas máquinas e até mesmo da “tecnologização” de todos os locais de trabalho traz ambientes de trabalho claramente mais complicados.

Para auxiliar na cooperação entre homem e máquina, em que máquinas estão ganhando mais inteligência e autoridade para tomar suas próprias deliberações no processo de execução de tarefas na empresa (BREMER, 2015), os especialistas da academia devem investir nos ambientes de aprendizagem e inseri-los nos processos educacionais (SACKEY; BESTER, 2016).

Percebe-se que para as empresas, a interação homem-máquina necessita-se, previamente, de uma alta qualificação dos trabalhadores. Wilkesmann e Wilkesmann (2018) afirmam que para que os trabalhadores cumpram suas tarefas eficientemente nesses novos ambientes de trabalho, cada vez mais complexos, a alta qualificação é previamente exigida. Essa percepção é verificada também pela literatura (segunda linha) mas não pelos especialistas da academia (quinta linha). Ainda, Waibel *et al.* (2017) apontam que a necessidade crescente de trabalhadores altamente qualificados exige das empresas e universidades a disponibilidades desta qualificação.

Os resultados da pesquisa apontam a Interdisciplinaridade, na percepção das empresas e especialistas da academia, sendo a segunda *hard skill* mais exigida/relevante (segunda linha). Segundo Quint, Sebastian (2015) para que os trabalhadores encarem as novas requisições na indústria, devem possuir além de suas formações acadêmicas, enriquecimento em várias áreas/domínios. Pela literatura ela ocupa a última posição (sexta linha)

A competência Capacitação em tecnologias habilitadoras mantêm-se na terceira posição (terceira linha) pela literatura e especialista da academia e desce uma posição (quarta linha) na percepção das empresas.

Como última análise da Figura 27, mas não menos importante, aparecem as competências relacionadas a tecnologia da informação (TI): Habilidade de TI sólidas e Noções básicas de segurança de TI. Observa-se que essas competências permanecem entre a quarta e a sexta posição para a literatura, empresas e especialistas da academia. De acordo com Waibel *et al.* (2017) pode-se dizer

que essas competências são derivadas da implementação da Indústria 4.0, com sistemas inteligentes de produção, que cria uma alta demanda por especialistas em TI.

Por fim, no agrupamento das três primeiras linhas da Figura 27, as *hard skills* mais requisitada pela a literatura, empresas e especialistas da academia são apresentadas na Figura 28.

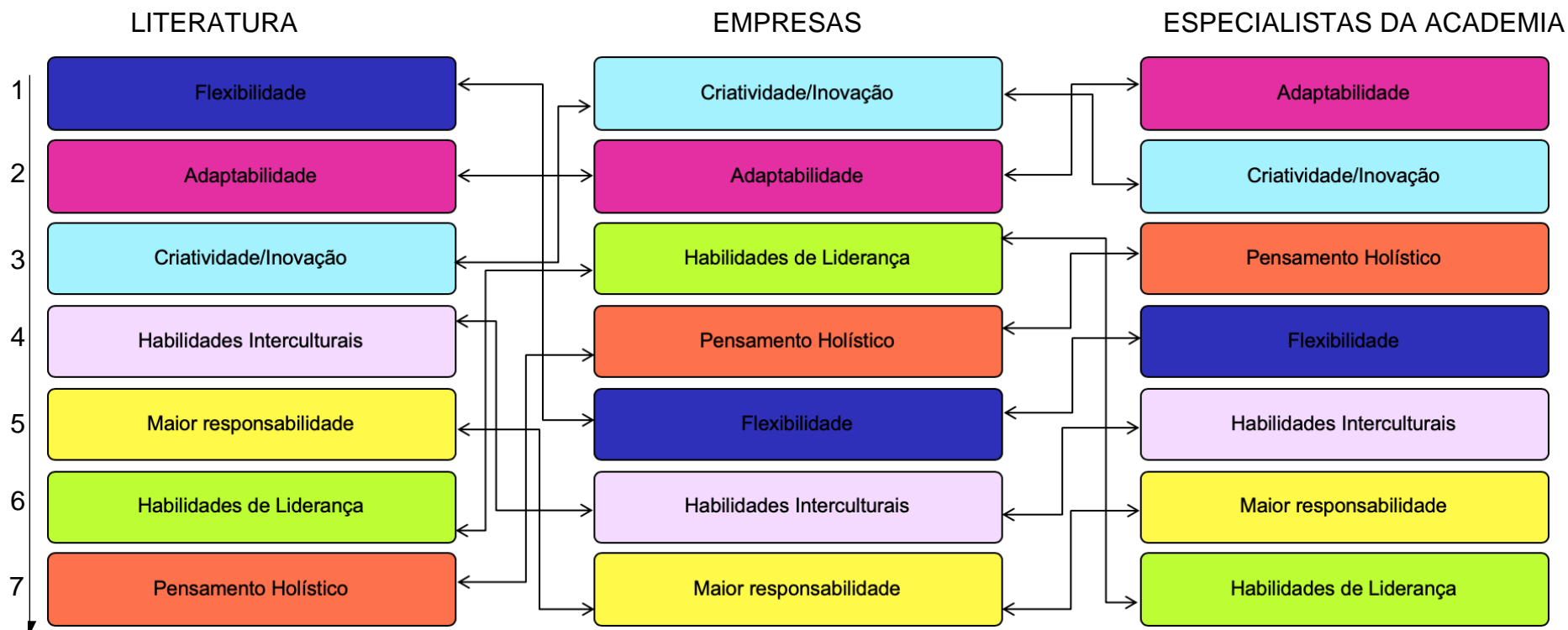
**Figura 28 - Competências Técnicas:  
agrupamento da Literatura; Empresas  
e Especialistas da Academia**



**Fonte: Autoria própria**

Já a Figura 29 apresenta, também de forma decrescente, a competência pessoal (*Soft Skills*) mais requisita e a menos requisita pela literatura, empresas e especialistas da academia e suas comparações/diferenças.

Figura 29 - Competências Pessoais: comparações - Literatura; Empresas e Especialistas da Academia



Fonte: Autoria própria

Da mesma maneira que se realizou na Figura 27, as discussões da Figura 29 realizaram-se por linhas (identificadas ao lado esquerdo da Figura 29); e/ou por semelhanças entre duas competências na mesma linha e/ou por conjunto de linhas.

A primeira linha da Figura 29 apresenta três competências distintas, a mais citada na literatura: Flexibilidade; a mais relevante na percepção das empresas: Criatividade/Inovação; e na percepção dos especialistas da academia: Adaptabilidade.

Com as exigências das competências técnicas (capacitação em tecnologias habilitadoras, habilidades de TI sólidas, interação homem-máquina) atrelada às mudanças no ambiente de trabalho, que exigem novos requisitos, faz-se necessário a adaptabilidade do trabalhador ao no novo cenário industrial (GREŇČÍKOVÁ; VOJTOVIČ, 2017). Na percepção das empresas e da literatura, também identificou-se a adaptabilidade sendo a segunda competência mais relevante (segunda linha). Por isso, com o ambiente em constantes mudanças, adaptar-se é um pré-requisito (KULYK; PARMOVÁ, 2017) e ainda, segundo Jovanovic e Hartmano (2013), faltam trabalhadores que se adaptem às novas tecnologias que surgem rapidamente.

Já a Criatividade/Inovação que é a mais relevantes para as empresas fica em segundo lugar para os especialistas da academia e em terceiro para a literatura. Fator que confirma a afirmação de Grenčiková e Vojtovič (2017) como a Criatividade/Inovação sendo um dos elementos chave da Indústria 4.0.

Comparando-se a literatura, empresas e especialistas da academia a respeito das competências Flexibilidade, Habilidades de Liderança e Pensamento Holístico verifica-se uma expressiva diferença entre sua relevância.

Agrupando as três primeiras linhas da Figura 29, as *Soft Skills* mais requisitadas pela a literatura, empresas e especialistas da academia são apresentadas na Figura 30.

**Figura 30 - Competências Pessoais:  
agrupamento da Literatura; Empresas e  
Especialistas da Academia**

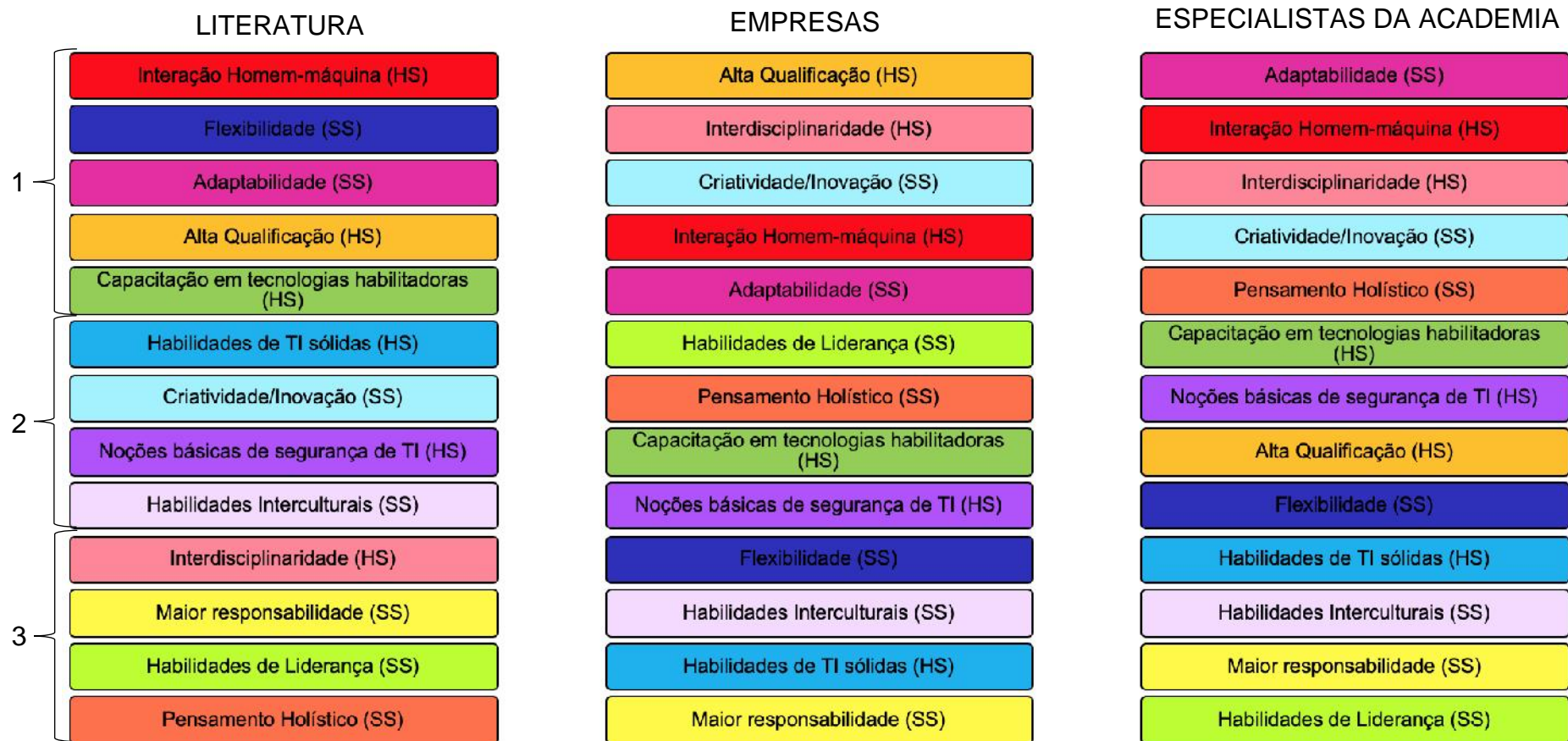


Fonte: Autoria própria

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

No agrupamento de todas as competências (sem a separação em *hard* ou *Soft Skills*) observa-se, de maneira geral, as competências essenciais para o trabalhador da Indústria 4.0 e suas diferenças entre a literatura, as empresas e os especialistas da academia. A Figura 31 apresenta as competências *hard skills* e *Soft Skills* agrupadas.

Figura 31 - Competências: *Hard Skills* e *Soft Skills*



Fonte: Autoria própria

Legenda: HS – *Hard Skills*; e SS – *Soft Skill*

A Figura 31 é dividida em três blocos, das competências mais relevantes para aquelas menos relevantes. Pode-se afirmar que no agrupamento das competências, as competências mais requeridas tanto pela literatura, empresas e especialistas da academia são as *hard skills*, sendo oito competências. As competências *Soft Skills* possuem sete competências relevantes no primeiro bloco. Com essa interação quase igual das duas competências no primeiro bloco, confirma-se a afirmação de Cimatti (2016), que na interação das duas competências, alcança-se o grau de qualidade necessário para ser competitivo e o objetivo em comum: o sucesso da empresa. Vogler *et al.* (2017) afirmam em sua pesquisa que os estudantes (futuros trabalhadores) que fazem a combinação das *soft* e *hard skills* relatam encontrar emprego de forma mais rápida e a retenção do mesmo.

A Figura 31 apresenta um desalinhamento entre o que é demandado pela empresa (Alta Qualificação e Habilidades de Liderança) com a percepção dos especialistas da academia. Pode-se afirmar que há uma divergência no que é demandado pelas empresas em comparação com o que especialistas da academia almejam em relação às empresas no cenário Indústria 4.0.

Ainda considerando o primeiro bloco de comparações, agrupando as 15 competências obtêm-se as mais requisitadas competências *hard* e *soft* da literatura, empresas e especialistas da academia da Indústria 4.0. Assim, a Figura 32 apresenta, em ordem de relevância, as competências *hard* e *soft* da literatura, empresas e especialistas da academia.

**Figura 32 - Mais relevantes Hard e Soft Skills: agrupamento da Literatura; Empresas e Especialistas da Academia**

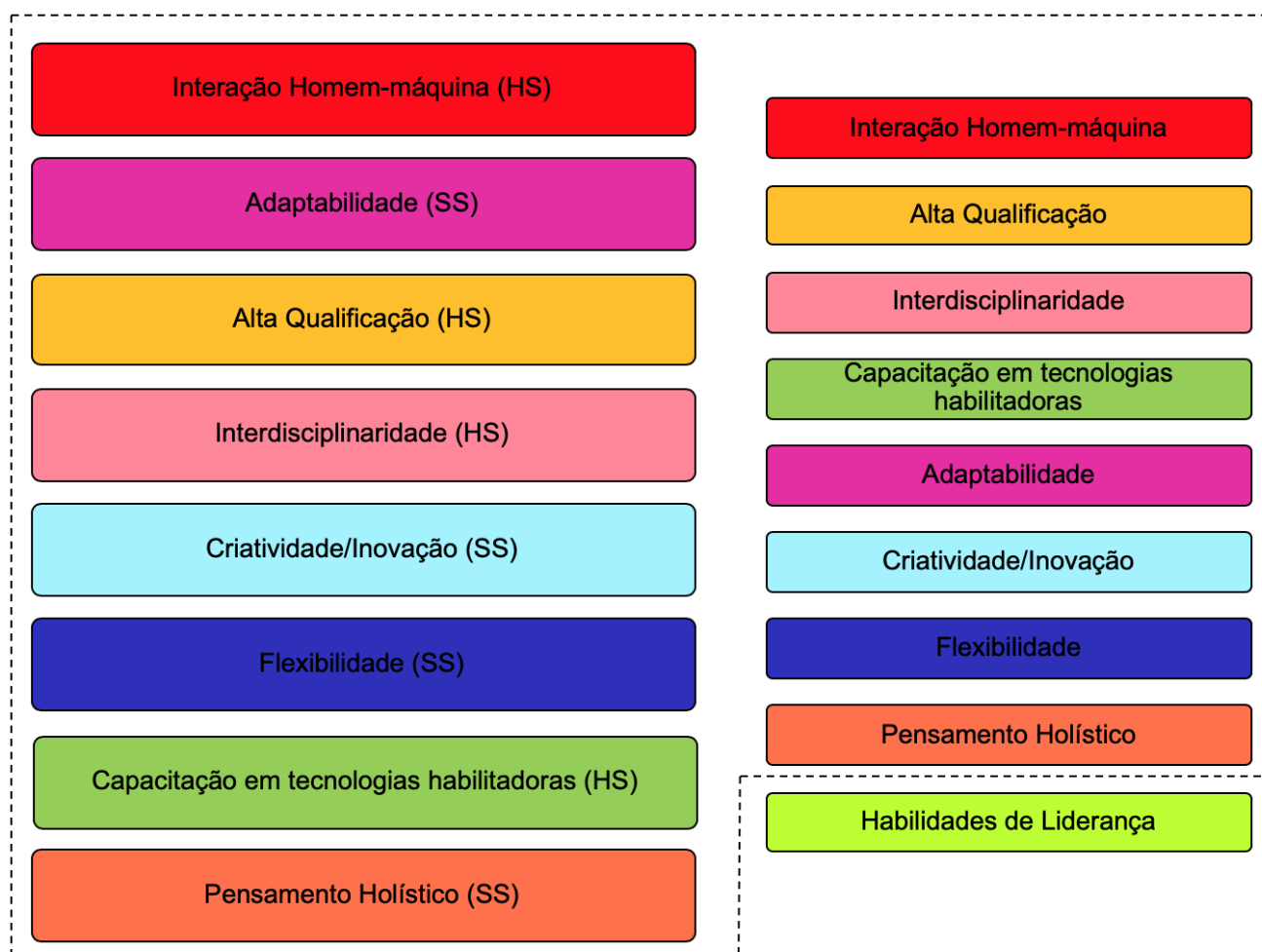


Fonte: Autoria própria

A Figura 32 confirma a afirmação de Mauro (2018) que diz que, para a harmonia correta na Indústria 4.0, por não ser uma era homogênea em nenhum setor, deve-se incluir uma combinação ideal de *hard* e *Soft Skills* em seus trabalhadores.

A Figura 33 apresenta as semelhanças entre a Figura 28 (Competências Técnicas: agrupamento da Literatura; Empresas e Especialistas da Academia), Figura 30 (Competências Pessoais: agrupamento da Literatura; Empresas e Especialistas da Academia) e a Figura 32 (Mais relevantes *Hard* e *Soft Skills*: agrupamento da Literatura; Empresas e Especialistas da Academia).

Figura 33 - Semelhanças entre as Figuras 32, 34 e 36



Fonte: Autoria própria

Nas comparações das Figuras 28, 30 e 32 verifica-se que se obtêm as mesmas competências, com uma única exceção da *soft skill* 'Habilidades de liderança' que consta na Figura 34, mas não foi incluída na Figura 33.



Por fim, no Quadro 15 acrescentou-se e classificou-se as competências apontadas pelas empresas e pelos especialistas da academia, em resposta da pergunta aberta do questionário: “Qual competência (não citada) você julga necessária para os trabalhadores da Indústria 4.0?”.

**Quadro 15 - Hard e Soft Skills Apontadas pelas Empresas e Especialistas da Academia**

Empresas		Especialistas da Academia	
<i>Hard Skills</i>	<i>Soft Skills</i>	<i>Hard Skills</i>	<i>Soft Skills</i>
	Visão estratégica	Manufatura Enxuta (Sistema Toyota de Produção)	Comunicação
	Inteligência emocional	Conhecimentos na área de computação (redes, banco de dados, programação, IA, cloud, segurança)	Trabalho em equipe
	Trabalho em equipe	Conhecimento básico de onde surgiu o conceito e qual seu propósito e objetivos	Raciocínio lógico
		Capacitação constante (reciclagem de conhecimento)	Senso crítico
			Tomada de decisão
			Conciliação

Fonte: Autoria própria

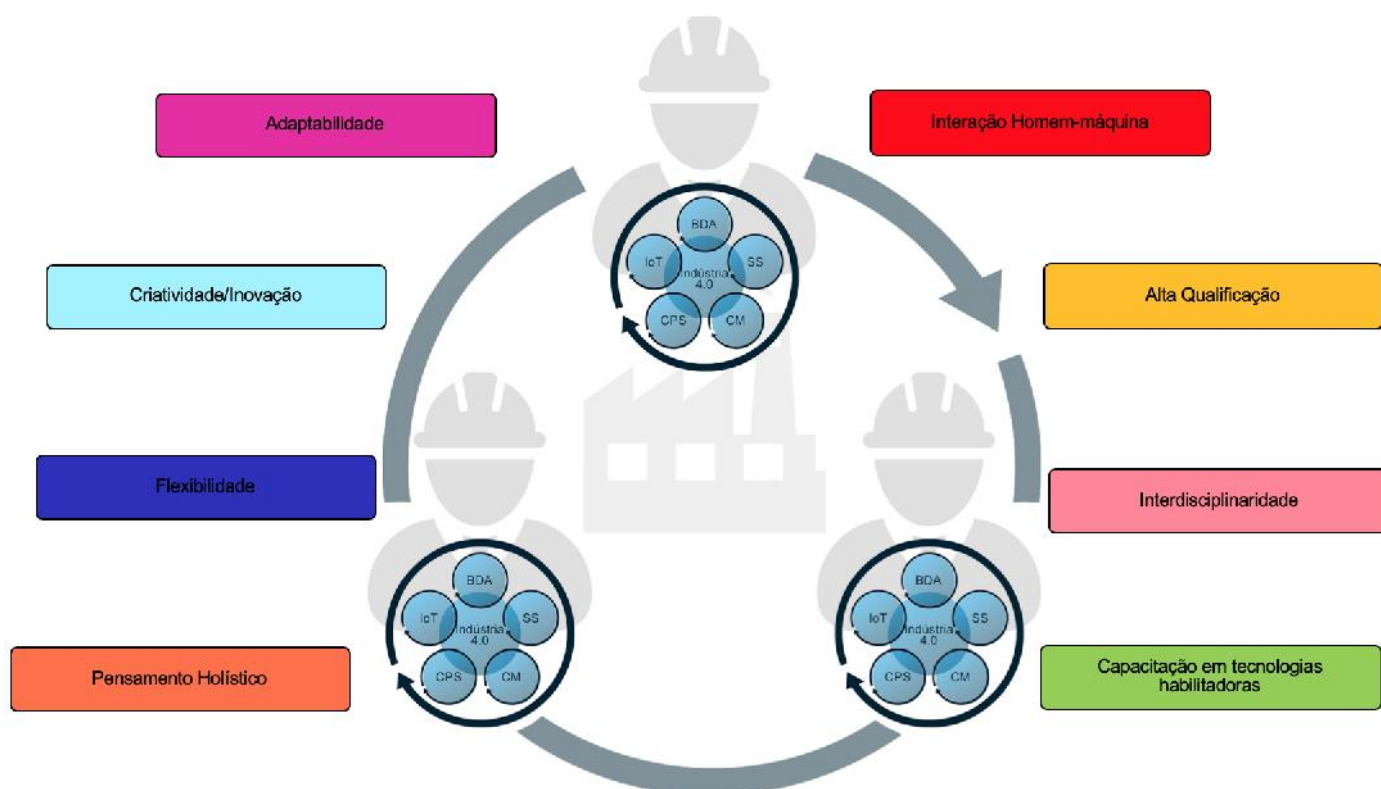
Observa-se um foco nas competências *soft* muito maior que nas competências *hard skills*, confirmando a afirmação de Bonsoni-Silva *et al.* (2010) e Del Prette e Del Prette (2013) que cada vez mais são requeridas as *Soft Skills* no que se refere à prática profissional.

De maneira geral, a união das competências relevantes para empresas, literatura e especialistas da academia alinham-se com a afirmação de Wilkesmann e Wilkesmann (2018) de que para atender a demanda de trabalhadores qualificados para a Indústria 4.0, empresas e instituições de ensino devem estar em sintonia.

# CONCLUSÕES

Ao relacionarmos, sob a percepção da literatura, empresas e especialistas da academia, as *hard skills* mais relevantes, obteve-se: Interação Homem-máquina, Alta Qualificação, Interdisciplinaridade e Capacitação em tecnologias habilitadoras. E as *Soft Skills*: Adaptabilidade, Criatividade/Inovação, Flexibilidade e Pensamento Holístico. Verifica-se que a Indústria 4.0 exige competências heterogêneas, incluindo tanto *hard skills* como *Soft Skills*. Assim, a Figura 34 complementa a Figura 18, inserindo-se as *hard skills* e *Soft Skills* da Indústria 4.0.

Figura 34 - Indústria 4.0, o Trabalhador e as *Hard Skills* e *Soft Skills*



Fontes: Autoria própria

Com a identificação das competências *hard skills* e *Soft Skills* dos trabalhadores da Indústria 4.0, pode-se dizer, que os resultados deste estudo, auxiliará e facilitará as empresas no processo de contratação e descrição do trabalho no cenário da Indústria 4.0. O setor de recursos humanos pode desenvolver treinamentos para a capacitação destas competências, de acordo com as exigências do setor industrial.

Os resultados também fornecem informações proveitosas para as universidades que querem estreitar a relação empresa-universidade, auxiliando no desenvolvimento destas competências necessárias no cenário 4.0 e a adaptar-se de acordo com as necessidades dessas competências nas empresas.

O objetivo proposto pelo estudo foi comparar as competências *hard skills* e *Soft Skills*, listadas na literatura, com a percepção das empresas e especialistas da academia da Indústria 4.0, sendo que o mesmo foi atingido. Este estudo como seus semelhantes, são importantes para o enriquecimento do assunto tratado, e que trilham seu caminho vinculando-se a acadêmicos e ao setor industrial. Por meio das comparações entre a literatura, empresas e especialistas da academia, pode-se mostrar as relações e as diferenças existentes entre as competências *hard skills* e *Soft Skills*.

As limitações deste estudo dizem respeito ao acesso a documentos - tidos como básicos e essenciais - (em Alemão) que não são de acesso público ou não há liberação por nenhum órgão Brasileiro. Outra limitação deu-se devido ao baixo índice de respostas aos questionários, limitando-se somente a uma percepção das empresas e especialistas da academia e não podendo generalizar os resultados.

Para estudos posteriores, sugere-se o aumento da população tanto de empresas como de especialistas da academia, comparações entre setores industriais e comparações entre países.

# REFERÊNCIAS

- ABEPRO. **Referências de Conteúdos da Engenharia de Produção**. 2008. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Áreas da Engenharia de Produção.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2018.
- ALBERS, A.; *et al.* Procedure for Defining the System of Objectives in the Initial Phase of an Industry 4.0 Project Focusing on Intelligent Quality Control Systems. **Procedia Cirp**, v. 52, p.262-267, 2016.
- AMORIM, Jorge Eduardo Braz de. A “indústria 4.0” e a sustentabilidade do modelo de financiamento do Regime Geral da Segurança Social. **Cadernos de Direito Actual**, v. 1, n. 5, p.243-354, out. 2017.
- ANDÚJAR-MONTOYA, María *et al.* A Context-Driven Model for the Flat Roofs Construction Process through Sensing Systems, Internet-of-Things and Last Planner **System**. **Sensors**, v. 17, n. 7, p.1-27, 22 jul. 2017.
- ANG, J.; *et al.* Energy-Efficient Through-Life Smart Design, Manufacturing and Operation of Ships in an Industry 4.0 Environment. **Energies**, v. 10, n. 12, p.1-13, 29 abr. 2017.
- BAENA, F.; *et al.* Learning Factory: The Path to Industry 4.0. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p.73-80, 2017.
- BAGHERI, B.; *et al.* Cyber-physical Systems Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment. **Ifac-papersonline**, v. 48, n. 3, p.1622-1627, 2015.
- BAHRIN, M. A. K.; *et al.* INDUSTRY 4.0: A REVIEW ON INDUSTRIAL AUTOMATION AND ROBOTIC. **Jurnal Teknologi**, v. 78, n. 6-13, p.137-143, 28 jun. 2016.
- BANGEMANN, T.; *et al.* Integration of Classical Components Into Industrial Cyber–Physical Systems. **Proceedings of The Ieee**, v. 104, n. 5, p.947-959, maio 2016.
- BASL, J. Pilot Study of Readiness of Czech Companies to Implement the Principles of Industry 4.0. **Management and Production Engineering Review**, v. 8, n. 2, p.3-8, 1 jan. 2017.
- BAUER, W.; *et al.* Concept of a Failures Management Assistance System for the Reaction on Unforeseeable Events during the Ramp-up. **Procedia Cirp**, v. 25, p.420-425, 2014.
- BECKER, T.; STERN, H. Future Trends in Human Work Area Design for Cyber-Physical Production Systems. **Procedia CIRP**, v. 57, p. 404-409, 2016.
- BEDOLLA, J. S.; D'ANTONIO, G.; CHIABERT, P. A Novel Approach for Teaching IT Tools within Learning Factories. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p.175-181, 2017.

- BENEŠOVÁ, A.; TUPA, J. Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p.2195-2202, 2017.
- BINNER, H. F. Industrie 4.0 bestimmt die Arbeitswelt der Zukunft. **E & I Elektrotechnik Und Informationstechnik**, v. 131, n. 7, p.230-236, 28 ago. 2014.
- BLÖCHL, S. J.; MICHALICKI, M.; SCHNEIDER, M. Simulation Game for Lean Leadership – Shopfloor Management Combined with Accounting for Lean. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p.97-105, 2017.
- BLÖCHL, S. J.; SCHNEIDER, M. Simulation Game for Intelligent Production Logistics – The PuLL® Learning Factory. **Procedia Cirp**, v. 54, p.130-135, 2016.
- BOLSONI-SILVA, A. T.; LOUREIRO, S. R.; ROSA, C. F.; OLIVEIRA, M. C. F. A. Caracterização das habilidades sociais de universitários. **Contextos Clínicos**, v. 3, n. 1, p. 62-5, 2010.
- BORGES, Lilian Adriana; TAN, Kim Hua. Incorporating human factors into the AAMT selection: a framework and process. **International Journal Of Production Research**, v. 55, n. 5, p.1459-1470, 21 nov. 2016.
- BORGHANS, L.; WEEL; B. T. A. W. People Skills and the Labor-Market Outcomes of Underrepresented Groups. **Industrial and Labor Relations Review**, v. 67, n. 2, p. 287–334, Apr. 2014.
- BRANDÃO, H. P.; GUIMARÃES, T. A. Gestão de Competências e Gestão de Desempenho: tecnologias distintas ou instrumentos de um mesmo construto? **RAE - Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 41, n. 1, p.8-15, mar. 2001.
- BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços/Secretaria Executiva. Portaria N° 1.671-SEI, DE 1º DE OUTUBRO DE 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, 03 out., p. 35-35, 2018.
- BREMER, Anne. Diffusion of the “Internet of Things” on the world of skilled work and resulting consequences for the man–machine interaction. **Empirical Research In Vocational Education And Training**, v. 7, n. 1, p.1-13, 20 ago. 2015.
- BÜTH, Lennart *et al.* Training concept for and with digitalization in learning factories: An energy efficiency training case. **Procedia Manufacturing**, v. 23, p.171-176, 2018.
- CARUSO, Loris. Digital innovation and the fourth industrial revolution: epochal social changes?. **Ai & Society**, v. 33, n. 3, p.379-392, 24 jun. 2017.
- CHANG, M. M. I.; ONG, S. K.; NEE, A. Y. C. Approaches and Challenges in Product Disassembly Planning for Sustainability. **Procedia Cirp**, v. 60, p.506-511, 2017.
- CHELL, E.; ATHAYDE, R. Planning for uncertainty: *Soft Skills, hard skills* and innovation, **Reflective Practice: International and Multidisciplinary Perspectives**, v. 12, n. 5, p. 615-628, 2011.
- CHEN, J.; TAI, K.; CHEN, G. Application of Programmable Logic Controller to Build-up an Intelligent Industry 4.0 Platform. **Procedia Cirp**, v. 63, p.150-155, 2017.

- CHIANG, L.; LU, B.; CASTILLO, I. Big Data Analytics in Chemical Engineering. **Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering**, v. 8, n. 1, p.63-85, 7 jun. 2017.
- CIMATTI, B. Definition, Development, Assessment of *Soft Skills* and Their Role for the Quality of Organizations and Enterprises. **International Journal for Quality Research**, v. 10, n. 1, p.97-130, fev. 2016.
- COTET, G. B.; BALGIU, B. A.; NEGREA, V. Assessment procedure for the *Soft Skills* requested by Industry 4.0. **Matec Web of Conferences**, v. 121, p.1-8, 2017.
- CRNJAC, M.; VEŽA, I.; BANDUKA, N. From Concept to the Introduction of Industry 4.0. **International Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 8, n. 1, p.21-30, mar. 2017.
- DEL PRETTE, Z. A. P.; DEL PRETTE, A. Social Skills Inventory (SSI-Del-Prette): Characteristics and studies in Brazil. In F. D. L. Osório (Ed.), **Social anxiety disorder: From research to practice** (pp.47-62). Hauppauge: Nova Science Publishers, 2013.
- DELANEY, J. T.; HUSELID, M. A. The Impact of Human Resource Management Practices on Perceptions of Organizational Performance. **Academy of Management Journal**, v. 39, n. 4, p.949-969, 1996.
- DING, K.; JIANG, P. Incorporating social sensors, cyber-physical system nodes, and smart products for personalized production in a social manufacturing environment. **Proceedings of The Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture**, p.1-16, 25 jun. 2017.
- DOMBROWSKI, U.; WAGNER, T. Mental Strain as Field of Action in the 4th Industrial Revolution. **Procedia Cirp**, v. 17, p.100-105, 2014.
- EITZ, K-F.; NYHUIS, P. Cyber-Physical Production Systems Combined with Logistic Models – A Learning Factory Concept for an Improved Production Planning and Control. **Procedia Cirp**, v. 32, p.92-97, 2015.
- ELMARAGHY, H.; *et al.* Integrated Product / System Design and Planning for New Product Family in a Changeable Learning Factory. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p.65-72, 2017.
- EROL, S.; *et al.* Tangible Industry 4.0: A Scenario-Based Approach to Learning for the Future of Production. **Procedia Cirp**, v. 54, p.13-18, 2016.
- EROL, S.; SIHN, W. Intelligent Production Planning and Control in the Cloud – towards a Scalable Software Architecture. **Procedia Cirp**, v. 62, p.571-576, 2017.
- FALCK, Oliver; SCHÜLLER, Simone. Querschnittstechnologie Internet – Universallösung für den Arbeitsmarkt der Zukunft? **Wirtschaftsdienst**, v. 96, n. 8, p.609-613, ago. 2016.
- FALLER, C.; FELDMÜLLER, D. Industry 4.0 Learning Factory for regional SMEs. **Procedia Cirp**, v. 32, p.88-91, 2015.

## REFERÊNCIAS

- FALLER, Clemens; HÖFTMANN, Max. Service-oriented communication model for cyber-physical-production-systems. **Procedia Cirp**, v. 67, p.156-161, 2018.
- FAN, C. S.; WEI, X.; ZHANG, J. *Soft Skills, hard skills*, and the black/white wage gap. **Economic Inquiry**, v. 55, n. 2, p. 1032–1053, Apr. 2017.
- FANTINI, Paola; PINZONE, Marta; TAISCH, Marco. Placing the operator at the centre of Industry 4.0 design: Modelling and assessing human activities within cyber-physical systems. **Computers & Industrial Engineering**, p.1-11, fev. 2018.
- FERNANDO, N. G.; AMARATUNGA, D.; HAIGH, R. The career advancement of the professional women in the UK construction industry. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 12, n. 1, p.53-70, 25 fev. 2014.
- FLEISCHMANN, H.; *et al.* Standardised I4.0 communication interfaces: Requirements and measures to establish I4.0 principles in modern. **Bmbf – Produktionsforschung**, v. 1, n. 1, p.1-7, nov. 2016.
- FLEISCHMANN, H.; KOHL, J.; FRANKE, J. A Modular Architecture for the Design of Condition Monitoring Processes. **Procedia Cirp**, v. 57, p.410-415, 2016.
- FLEURY, Maria Tereza Leme; FLEURY, Afonso. Construindo o conceito de competência. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 5, p.183-196, 2001.
- FORRESTER, Snezhana V. *et al.* Human Capital in the Innovative Conditions. **Iejme - Mathematics Education**, v. 11, n. 8, p.3048-2065, ago. 2016.
- GABRIEL FIALHO (Brasil). Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **ABDI divulga entidades selecionadas para testar tecnologias de indústria 4.0**. 2018. Disponível em: <<https://www.abdi.com.br/postagem/abdi-divulga-entidades-selecionadas-para-testar-tecnologias-de-industria-4-0>>. Acesso em: 03 out. 2018.
- GEBHARDT, J.; GRIMM, A.; NEUGEBAUER, L. M. Developments 4.0 Prospects on future requirements and impacts on work and vocational education. **Journal of Technical Education**, v. 3, n. 2, p. 117-133, 2015.
- GEHRKE, L.; *et al.* **A Discussion of Qualifications and Skills in the Factory of the Future: A German and American Perspective**. 2015. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/279201790\\_A\\_Discussion\\_of\\_Qualification\\_and\\_Skills\\_in\\_the\\_Factory\\_of\\_the\\_Future\\_A\\_German\\_and\\_American\\_Perspective](https://www.researchgate.net/publication/279201790_A_Discussion_of_Qualification_and_Skills_in_the_Factory_of_the_Future_A_German_and_American_Perspective)>. Acesso em: 20 out. 2017.
- GEORGAKOPOULOS, D.; *et al.* Internet of Things and Edge Cloud Computing Roadmap for Manufacturing. **Ieee Cloud Computing**, p.66-73, jun. 2016.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2008.
- GORECKY, D.; KHAMIS, M.; MURA, K. Introduction and establishment of virtual training in the factory of the future. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 30, n. 1, p. 182-190, 2017.

GÖTZ, M.; JANKOWSKA, B. Clusters and Industry 4.0 – do they fit together? **European Planning Studies**, v. 25, n. 9, p.1633-1653, 16 maio 2017.

GREŇÍKOVÁ, Adriana; VOJTOVIČ, Sergej. Relationship of generations X, Y, Z with new communication technologies. **Problems And Perspectives In Management**, v. 15, n. 2, p.557-563, 29 set. 2017.

GRONAU, Norbert; ULLRICH, André; TEICHMANN, Malte. Development of the Industrial IoT Competences in the Areas of Organization, Process, and Interaction Based on the Learning Factory Concept. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p.254-261, 2017.

GUIMARÃES, T. A nova administração pública e a abordagem da competência. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 3, maio/jun. 2000.

HADDARA, M.; ELRAGAL, A. The Readiness of ERP Systems for the Factory of the Future. **Procedia Computer Science**, v. 64, p.721-728, 2015.

HAMMER, M.; *et al.* Profit Per Hour as a Target Process Control Parameter for Manufacturing Systems Enabled by Big Data Analytics and Industry 4.0 Infrastructure. **Procedia Cirp**, v. 63, p.715-720, 2017.

HANNOLA, Lea *et al.* Empowering production workers with digitally facilitated knowledge processes – a conceptual framework. **International Journal Of Production Research**, p.1-15, 27 mar. 2018.

HARRISON, R.; VERA, D.; AHMAD, B. Engineering Methods and Tools for Cyber–Physical Automation Systems. **Proceedings of The Ieee**, v. 104, n. 5, p.973-985, maio 2016a.

HARRISON, R.; VERA, D.; AHMAD, B. Engineering the smart factory. **Chinese Journal of Mechanical Engineering**, v. 29, n. 6, p.1046-1051, 27 out. 2016b.

HECKLAU, F.; GALEITZKE, M.; FLACHS, S.; KOHL, H. Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 1-6, 2016.

HIRSCH-KREINSEN, H. Digitization of industrial work: development paths and prospects. **Journal for Labour Market Research**, v. 49, n. 1, p.1-14, 23 mar. 2016.

HOBSBAWM, Eric. **O Novo Século**: Entrevista a Antonio Polito. São Paulo: Companhia Das Letras, 2000.

HOFMANN, E.; RÜSCH, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. **Computers in Industry**, v. 89, p.23-34, ago. 2017.

HORTELANO, D.; *et al.* From Sensor Networks to Internet of Things. Bluetooth Low Energy, a Standard for This Evolution. **Sensors**, v. 17, n. 12, p.1-32, 14 fev. 2017.

HOZDIĆ, E. SMART FACTORY FOR INDUSTRY 4.0: A REVIEW. **International Journal of Modern Manufacturing Technologies**, v. 7, n. 1, p.28-35, jan. 2015.



- HSIEH, L. Y.; HUANG, E.; CHEN, C-H. Equipment Utilization Enhancement in Photolithography Area Through a Dynamic System Control Using Multi-Fidelity Simulation Optimization with Big Data Technique. **Ieee Transactions on Semiconductor Manufacturing**, v. 30, n. 2, p.166-175, maio 2017.
- HUXTABLE, J.; SCHAEFER, D. On Servitization of the Manufacturing Industry in the UK. **Procedia Cirp**, v. 52, p.46-51, 2016.
- IBRAHIM, R.; BOERHANNOEDDIN, A.; BAKARE, K. K. The effect of *Soft Skills* and training methodology on employee performance. **European Journal of Training and Development**, v. 41, n. 4, p.388-406, 2 maio 2017.
- IMPLEMENTATION STRATEGY INDUSTRIE 4.0. **Report on the results of the Industrie 4.0 Platform**. Berlin, jan. 2016.
- IVANOV, D.; *et al.* A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0. **International Journal Of Production Research**, v. 54, n. 2, p.386-402, 19 jan. 2015.
- JASIULEWICZ-KACZMAREK, M.; SANIUK, A.; NOWICKI, T. The Maintenance Management in the Macro-Ergonomics Context. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 487, p. 35-46, 2017.
- Jl, C.; *et al.* Device Data Ingestion for Industrial Big Data Platforms with a Case Study. **Sensors**, v. 16, n. 12, p.1-15, 26 fev. 2016.
- JOVANOVIC, Vukica; HARTMAN, Nathan W. Web-based virtual learning for digital manufacturing fundamentals for automotive workforce training. **International Journal Of Continuing Engineering Education And Life-long Learning**, v. 23, n. 3/4, p.300-310, 2013.
- KANG, H. S.; *et al.* Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. **International Journal of Precision Engineering And Manufacturing-green Technology**, v. 3, n. 1, p.111-128, jan. 2016.
- KARRE, H.; *et al.* Transition towards an Industry 4.0 State of the LeanLab at Graz University of Technology. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p.206-213, 2017.
- KEMÉNY, Z.; *et al.* The MTA SZTAKI Smart Factory: Platform for Research and Project-oriented Skill Development in Higher Education. **Procedia Cirp**, v. 54, p.53-58, 2016.
- KIATSURANON, Kitti; SUWUNNAMEK, Opal. Determinants of Thai information and communication technology organization performance: A structural equation model analysis. **Kasetsart Journal Of Social Sciences**, p.1-8, set. 2017.
- KINKEL, Steffen; SCHEMMANN, Brita; LICHTNER, Ralph. Critical Competencies for the Innovativeness of Value Creation Champions: Identifying Challenges and Work-integrated Solutions. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p.323-330, 2017.

- KOCH, Paul J. *et al.* A Skill-based Robot Co-worker for Industrial Maintenance Tasks. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p.83-90, 2017.
- KRUGH, Matthew; MEARS, Laine. A complementary Cyber-Human Systems framework for Industry 4.0 Cyber-Physical Systems. **Manufacturing Letters**, v. 15, p.89-92, jan. 2018.
- KULYK, Victoriya; PARMOVÁ, Dagmar Škodová. E-business Development: The Comparative Study of the Czech Republic and the Ukraine. **Deturope**, v. 9, n. 1, p.80-110, nov. 2017.
- KURT, C. Arbeit in der Industrie 4.0 – Besser statt billiger als zukunftsfähige Gestaltungsperspektive. **Information Management and Consulting**, v. 3, n. 1, p.56-60, 2012.
- LASI, H.; *et al.* Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, n. 4, p.239-242, 19 jun. 2014.
- LEE, J.; KAO, H. A.; YANG, S. Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. **Procedia CIRP**, v. 16, p. 3-8, 2014.
- LIAO, Y.; *et al.* Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 12, p. 3609-3629, 28 mar. 2017.
- LIU, Hongtao. Research on the Internet Plus, Industry 4.0 and Change in Humanity: a Perspective based on Touch Point Management. **Revista de La Facultad de Ingeniería U.C.V**, v. 32, n. 1, p.582-588, out. 2017.
- LIU, K.; *et al.* Application modes of cloud manufacturing and program analysis. **Journal of Mechanical Science and Technology**, v. 31, n. 1, p.157-164, jan. 2017.
- MACUROVÁ, Pavla; LUDVÍK, Ladislav; ŠWAKOVÁ, Martina. The Driving Factors, Risks and Barriers of the Industry 4.0 Concept. **Journal Of Applied Economic Sciences**, v. 7, n. 53, p.2003-2011, dez. 2017.
- MARQUES, M.; *et al.* Decentralized decision support for intelligent manufacturing in Industry 4.0. **Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments**, v. 9, n. 3, p.299-313, 12 abr. 2017.
- MAURO, Andrea de *et al.* Human resources for Big Data professions: A systematic classification of job roles and required skill sets. **Information Processing & Management**, [s.l.], v. 54, n. 5, p.807-817, set. 2018.
- MERKEL, L.; *et al.* Teaching Smart Production: An Insight into the Learning Factory for Cyber-Physical Production Systems (LVP). **Procedia Manufacturing**, v. 9, p.269-274, 2017.
- MOTYL, B.; *et al.* How will Change the Future Engineers' Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p.1501-1509, 2017.
- MOURTZIS, D. *et al.* Cyber- Physical Systems and Education 4.0 –The Teaching Factory 4.0 Concept. **Procedia Manufacturing**, v. 23, p.129-134, 2018.

MÜLLER, Sarah L. *et al.* An overview of work analysis instruments for hybrid production workplaces. **Ai & Society**, v. 33, n. 3, p.425-432, 29 ago. 2017.

NYIKES, Zoltán. Contemporary Digital Competency Review. **Interdisciplinary Description Of Complex Systems**, v. 16, n. 1, p.124-131, 2018.

O'DONOVAN, P.; *et al.* An industrial big data pipeline for data-driven analytics maintenance applications in large-scale smart manufacturing facilities. **Journal of Big Data**, v. 5, n. 25, p.1-26, 2015.

OBI, Chris Nwachukwu; LEGGETT, Chris; HARRIS, Howard. National culture, employee empowerment and advanced manufacturing technology utilisation: A study of Nigeria and New Zealand. **Journal Of Management & Organization**, p.1-23, 26 dez. 2017.

OLIVEIRA, Sérgio de. **Internet das Coisas: com ESP8266, Arduino Raspberry Pi**. Sei La: Novatec, 2017. 235 p. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=ptPT&lr=&id=kdQnDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA17&dq="conc eito+de+nuvem"&ots=zLwgzd95YS&sig=SxGZMyXGKfAu0HoDtQZhJT-SCu4#v=onepage&q=nuvem"&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=ptPT&lr=&id=kdQnDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA17&dq=)>. Acesso em: 15 dez. 2017.

PARK, S.; LEE, S. A study on worker's positional management and security reinforcement scheme in smart factory using industry 4.0-based bluetooth beacons. **Lecture Notes in Electrical Engineering**, v. 421, p. 1059-1066, 2017.

PERUZZINI, M.; PELLICCIARI, M. A framework to design a human-centred adaptive manufacturing system for aging workers. **Advanced Engineering Informatics**, v. 33, p.330-349, ago. 2017.

PFEIFFER, T.; HELLMERS, J.; SCHÖN, E. M.; THOMASCHEWSKI, J. Empowering User Interfaces for Industrie 4.0. **Proceedings of the IEEE**, v. 104, n. 5, p. 986-996, 2016.

PIETERSE, V.; VAN EEKELEN, M. Which are harder? *Soft Skills or hard skills?* **45th Annual Conference of the Southern African Computer Lecturers' Association**, SACLA 2016, Cullinan, South Africa, July 5-6, 2016, Revised Selected Papers Editors: Gruner, Stefan (Ed.), Communications in Computer and Information Science 642, p. 160-167, Springer-Verlag, 2016.

PINZONE, Marta *et al.* A framework for operative and social sustainability functionalities in Human-Centric Cyber-Physical Production Systems. **Computers & Industrial Engineering**, p.1-18, mar. 2018.

POSADAS, J.; *et al.* Visual Computing as a Key Enabling Technology for Industrie 4.0 and Industrial Internet. **Visual Computing Challenges**, v. 12, n. 1, p.26-40, abr. 2015.

PRINZ, C.; *et al.* Learning Factory Modules for Smart Factories in Industrie 4.0. **Procedia Cirp**, v. 54, p.113-118, 2016.

QUINT, Fabian; SEBASTIAN, Katharina; GORECKY, Dominic. A Mixed-reality Learning Environment. **Procedia Computer Science**, v. 75, p.43-48, 2015.

RAJADURAI, J.; *et al.* The Marketability of Technical Graduates from Higher Educational Institutions (HEIs) Offering Technical and Vocational Education and Training (TVET): A Case from Malaysia. **The Asia-pacific Education Researcher**, v. 27, n. 2, p.137-144, fev. 2018.

RAKYTA, M.; *et al.* Proactive approach to smart maintenance and logistics as an auxiliary and service processes in a company. **Istrazivanja I Projektovanja Za Privredu**, v. 14, n. 4, p.433-442, 2016.

RAO, M. S. Smart leadership blends hard and *Soft Skills*. **Human Resource Management International Digest**, v. 21, n. 4, p.38-40, 31 maio 2013.

REDDY, G. R. K.; SINGH, H.; SINGH, H. Supply Chain wide transformation of traditional industry to Industry 4.0. **Arpn Journal of Engineering and Applied Sciences**, v.11, n. 18, p.89-97, set. 2016.

RÉGIO, Mónica Martins de Andrade *et al.* Industry 4.0 and Telecollaboration to Promote Cooperation Networks: a Pilot Survey in the Portuguese Region of Castelo Branco. **International Journal Of Mechatronics And Applied Mechanics**, v. 1, n. 1, p.243-248, nov. 2017.

REUTER, Melissa *et al.* Learning Factories' Trainings as an Enabler of Proactive Workers' Participation Regarding Industrie 4.0. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p.354-360, 2017.

ROBLES, M. M. Executive Perceptions of the Top 10 *Soft Skills* Needed in Today's Workplace. **Business Communication Quarterly**, v. 75, n. 4, p.453-465, 8 out. 2012.

SACKEY, S. M.; BESTER, A. Industrial engineering curriculum in industry 4.0 in a South African context. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 27, n. 4, p.101-114, dez. 2016.

SCHLECHTENDAHL, J.; *et al.* Making existing production systems Industry 4.0-ready. **Production Engineering**, v. 9, n. 1, p.143-148, 17 out. 2015.

SCHLÜTER, Nadine; SOMMERHOFF, Benedikt. Development of the DGQ role bundle model of the Q occupations. **International Journal Of Quality And Service Sciences**, v. 9, n. 3/4, p.317-330, 18 set. 2017.

SEITZ, Kai-frederic; NYHUIS, Peter. Cyber-Physical Production Systems Combined with Logistic Models – A Learning Factory Concept for an Improved Production Planning and Control. **Procedia Cirp**, v. 32, p.92-97, 2015.

SHAFIQ, S. I.; *et al.* Virtual Engineering Object (VEO): Toward Experience-Based Design and Manufacturing for Industry 4.0. **Cybernetics and Systems**, v. 46, n. 1-2, p.35-50, 17 fev. 2015.

SHAMIM, S.; *et al.* Examining the Feasibilities of Industry 4.0 for the Hospitality Sector with the Lens of Management Practice. **Energies**, v. 10, n. 4, p.1-19, 7 abr. 2017.

SILVA, Kalina Vanderlei; SILVA, Maciel Henrique. **Dicionário de conceitos históricos**. 2. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2009. 439 p.

## REFERÊNCIAS

- SIMONS, S.; ABÉ, P.; NESER, S. Learning in the AutFab – The Fully Automated Industrie 4.0 Learning Factory of the University of Applied Sciences Darmstadt. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p.81-88, 2017.
- SIVATHANU, Brijesh; PILLAI, Rajasshrie. Smart HR 4.0 – how industry 4.0 is disrupting HR. **Human Resource Management International Digest**, v. 26, n. 4, p.7-11, 11 jun. 2018.
- SPATH, D.; GANSCHAR, O.; GERLACH, S.; HÄMMERLE, M.; KRAUSE, T.; SCHLUND, S. Produktionsarbeit der Zukunft: Industrie 4.0. **Fraunhofer IAO**, p. 1-150, 2013.
- STOCKER, Alexander *et al.* Mensch-zentrierte IKT-Lösungen in einer Smart Factory. **E & I Elektrotechnik Und Informationstechnik**, v. 131, n. 7, p.207-211, 14 ago. 2014.
- SUN, Jianing *et al.* Smart Services for Enhancing Personal Competence in Industrie 4.0 Digital Factory. **Logforum**, v. 14, n. 1, p.51-57, 30 mar. 2018.
- SWIATKIEWICZ, Olgierd. Competências transversais, técnicas ou morais: um estudo exploratório sobre as competências dos trabalhadores que as organizações em Portugal mais valorizam. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 12, n. 3, p.633-687, set. 2014.
- TANG, D.; *et al.* Using Autonomous Intelligence to Build a Smart Shop Floor. **Procedia Cirp**, v. 56, p.354-359, 2016.
- THAMES, L.; SCHAEFER, D. Software-defined Cloud Manufacturing for Industry 4.0. **Procedia Cirp**, v. 52, p.12-17, 2016.
- THOBEN, K-D.; *et al.* “Industrie 4.0” and Smart Manufacturing – A Review of Research Issues and Application Examples. **International Journal of Automation Technology**, v. 11, n. 1, p.4-16, 5 jan. 2017.
- UHLEMANN, T. H. J.; *et al.* The Digital Twin: Demonstrating the Potential of Real Time Data Acquisition in Production Systems. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p.113-120, 2017.
- VAIDYA, Saurabh; AMBAD, Prashant; BHOSLE, Santosh. Industry 4.0 – A Glimpse. **Procedia Manufacturing**, v. 20, p.233-238, 2018.
- VAN DALEN, H. P.; HENKENS, K.; SCHIPPERS, J. Productivity of Older Workers: Perceptions of Employers and Employees. **Population and Development Review**, v. 36, n. 2, p.309-330, jun. 2010.
- VOGLER, Jane S. *et al.* The hard work of *Soft Skills*: augmenting the project-based learning experience with interdisciplinary teamwork. **Instructional Science**, v. 46, n. 3, p.457-488, 28 nov. 2017.
- VYSOCKY, A.; NOVAK, P. Human – Robot collaboration in industry. **MM Science Journal**, p. 903-906, 2016.
- WAHL, Mike. STRATEGIC FACTOR ANALYSIS FOR INDUSTRY 4.0. **Journal Of Security And Sustainability Issues**, v. 5, n. 2, p.241-247, 16 dez. 2015.

- WAIBEL, M. W.; *et al.* Investigating the Effects of Smart Production Systems on Sustainability Elements. **Procedia Manufacturing**, v. 8, p.731-737, 2017.
- WEISER, T. G. *et al.* Perspectives in quality: designing the WHO Surgical Safety checklist. **International Journal for Quality in Health Care**, v. 22, n. 5, p.365-370, 11 ago. 2010.
- WEISER, Thomas G.; BERRY, William R. Review article: Perioperative checklist methodologies. **Canadian Journal of Anesthesia/Journal Canadien D'anesthésie**, v. 60, n. 2, p.136-142, 12 dez. 2012.
- WEYER, S.; *et al.* Towards Industry 4.0 - Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems. **Ifac-papersonline**, v. 48, n. 3, p.579-584, 2015.
- WILKESMANN, Maximiliane; WILKESMANN, Uwe. Industry 4.0 – organizing routines or innovations? **Vine Journal Of Information And Knowledge Management Systems**, v. 48, n. 2, p.238-254, 14 maio 2018.
- WRIGHT, P. M.; DUNFORD, B. B.; SNELL, S. A. Human resources and the resource-based view of the firm. **Journal of Management**, v. 27, n. 1, p.701-721, set. 2001.
- YOUSIF, M. Manufacturing and the Cloud. **Ieee Cloud Computing**, p.4-5, ago. 2016.
- YU, C.; XU, X.; LU, Y. Computer-Integrated Manufacturing, Cyber-Physical Systems and Cloud Manufacturing – Concepts and relationships. **Manufacturing Letters**, v. 6, p.5-9, out. 2015.
- YUE, X.; *et al.* Cloud-assisted industrial cyber-physical systems: An insight. **Microprocessors and Microsystems**, v. 39, n. 8, p.122-1270, nov. 2015.
- ZHOU, K.; LIU, T.; LIANG, L. From cyber-physical systems to Industry 4.0: make future manufacturing become possible. **International Journal Manufacturing Research**, v. 11, n. 2, p.167-188, 2016.

# APÊNDICES

## APÊNCIDE A - COMBINAÇÃO DAS PALAVRAS-CHAVE E COLETA FINAL

### COMBINAÇÃO DAS PALAVRAS-CHAVE E COLETA FINAL

Palavras-Chaves Combinadas			Base de Dados			Total
			Science Direct	Web of Science	Scopus	
<i>Industry 4.0</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Skill*</i>	3	1	1	5
<i>Industry 4.0</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Characteristic*</i>	1	0	1	2
<i>Industry 4.0</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Industry 4.0</i>	<i>Employee*</i>	<i>Skill*</i>	4	2	3	9
<i>Industry 4.0</i>	<i>Employee*</i>	<i>Characteristic*</i>	1	0	2	3
<i>Industry 4.0</i>	<i>Employee*</i>	<i>Competence*</i>	3	4	2	9
<i>Industry 4.0</i>	<i>Worker*</i>	<i>Skill*</i>	7	3	10	20
<i>Industry 4.0</i>	<i>Worker*</i>	<i>Characteristic*</i>	1	0	1	2
<i>Industry 4.0</i>	<i>Worker*</i>	<i>Competence*</i>	0	2	1	3
<i>Industry 4.0</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Employee*</i>	4	1	11	16
<i>Industry 4.0</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Worker*</i>	1	0	4	6
<i>Industry 4.0</i>	<i>Employee*</i>	<i>Worker*</i>	5	3	3	11
<i>Industry 4.0</i>	<i>Skill*</i>	<i>Characteristic*</i>	2	1	3	5
<i>Industry 4.0</i>	<i>Skill*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	1	1
<i>Industry 4.0</i>	<i>Competence*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
	<i>Total</i>		32	17	43	92
<i>Advanced Manufacturing</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Skill*</i>	0	0	8	8
<i>Advanced Manufacturing</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	4	4
<i>Advanced Manufacturing</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Advanced Manufacturing</i>	<i>Employee*</i>	<i>Skill*</i>	0	15	16	31

<i>Advanced Manufacturing</i>	<i>Employee*</i>	<i>Characteristic*</i>	2	11	8	21
<i>Advanced Manufacturing</i>	<i>Employee*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	2	2
<i>Advanced Manufacturing</i>	<i>Worker*</i>	<i>Skill*</i>	5	13	21	39
<i>Advanced Manufacturing</i>	<i>Worker*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	3	2	5
<i>Advanced Manufacturing</i>	<i>Worker*</i>	<i>Competence*</i>	2	1	0	3
<i>Advanced Manufacturing</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Employee*</i>	0	0	9	9
<i>Advanced Manufacturing</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Worker*</i>	1	0	7	8
<i>Advanced Manufacturing</i>	<i>Employee*</i>	<i>Worker*</i>	3	9	9	21
<i>Advanced Manufacturing</i>	<i>Skill*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	7	8	15
<i>Advanced Manufacturing</i>	<i>Skill*</i>	<i>Competence*</i>	0	1	2	3
<i>Advanced Manufacturing</i>	<i>Competence*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	1	0	1
	<i>Total</i>					170
<i>Connected Factories</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Connected Factories</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Connected Factories</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Connected Factories</i>	<i>Employee*</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Connected Factories</i>	<i>Employee*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Connected Factories</i>	<i>Employee*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Connected Factories</i>	<i>Worker*</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Connected Factories</i>	<i>Worker*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Connected Factories</i>	<i>Worker*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Connected Factories</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Employee*</i>	0	0	0	0
<i>Connected Factories</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Worker*</i>	0	0	0	0
<i>Connected Factories</i>	<i>Employee*</i>	<i>Worker*</i>	0	0	0	0



<i>Connected Factories</i>	<i>Skill*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Connected Factories</i>	<i>Skill*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Connected Factories</i>	<i>Competence*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
	<i>Total</i>					0
<i>Catapult Centres</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Catapult Centres</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Catapult Centres</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Catapult Centres</i>	<i>Employee*</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Catapult Centres</i>	<i>Employee*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Catapult Centres</i>	<i>Employee*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Catapult Centres</i>	<i>Worker*</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Catapult Centres</i>	<i>Worker*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Catapult Centres</i>	<i>Worker*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Catapult Centres</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Employee*</i>	0	0	0	0
<i>Catapult Centres</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Worker*</i>	0	0	0	0
<i>Catapult Centres</i>	<i>Employee*</i>	<i>Worker*</i>	0	0	0	0
<i>Catapult Centres</i>	<i>Skill*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Catapult Centres</i>	<i>Skill*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Catapult Centres</i>	<i>Competence*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
	<i>Total</i>					0
<i>Usine du Futur</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Usine du Futur</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Usine du Futur</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Usine du Futur</i>	<i>Employee*</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Usine du Futur</i>	<i>Employee*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Usine du Futur</i>	<i>Employee*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Usine du Futur</i>	<i>Worker*</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Usine du Futur</i>	<i>Worker*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Usine du Futur</i>	<i>Worker*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Usine du Futur</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Employee*</i>	0	0	0	0
<i>Usine du Futur</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Worker*</i>	0	0	0	0

<i>Usine du Futur</i>	<i>Employee*</i>	<i>Worker*</i>	0	0	0	0
<i>Usine du Futur</i>	<i>Skill*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Usine du Futur</i>	<i>Skill*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Usine du Futur</i>	<i>Competence*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
	<i>Total</i>					0
<i>Smart Industry</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Smart Industry</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Smart Industry</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Smart Industry</i>	<i>Employee*</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Smart Industry</i>	<i>Employee*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Smart Industry</i>	<i>Employee*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Smart Industry</i>	<i>Worker*</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Smart Industry</i>	<i>Worker*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Smart Industry</i>	<i>Worker*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Smart Industry</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Employee*</i>	0	0	0	0
<i>Smart Industry</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Worker*</i>	0	0	0	0
<i>Smart Industry</i>	<i>Employee*</i>	<i>Worker*</i>	0	0	0	0
<i>Smart Industry</i>	<i>Skill*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Smart Industry</i>	<i>Skill*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Smart Industry</i>	<i>Competence*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
	<i>Total</i>					0
<i>Internet-of-Things</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Internet-of-Things</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Characteristic*</i>	1	0	1	2
<i>Internet-of-Things</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Internet-of-Things</i>	<i>Employee*</i>	<i>Skill*</i>	1	0	0	1
<i>Internet-of-Things</i>	<i>Employee*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	1	1	2
<i>Internet-of-Things</i>	<i>Employee*</i>	<i>Competence*</i>	2	1	1	4
<i>Internet-of-Things</i>	<i>Worker*</i>	<i>Skill*</i>	0	3	8	11
<i>Internet-of-Things</i>	<i>Worker*</i>	<i>Characteristic*</i>	1	0	2	3
<i>Internet-of-Things</i>	<i>Worker*</i>	<i>Competence*</i>	0	2	1	3
<i>Internet-of-Things</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Employee*</i>	0	0	4	4
<i>Internet-of-Things</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Worker*</i>	0	0	5	5
<i>Internet-of-Things</i>	<i>Employee*</i>	<i>Worker*</i>	1	2	1	4

<i>Internet-of-Things</i>	<i>Skill*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	1	0	1
<i>Internet-of-Things</i>	<i>Skill*</i>	<i>Competence*</i>	1	2	2	5
<i>Internet-of-Things</i>	<i>Competence*</i>	<i>Characteristic*</i>	1	1	0	2
	<i>Total</i>					47
<i>Industrie 2030</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Industrie 2030</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Industrie 2030</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Industrie 2030</i>	<i>Employee*</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Industrie 2030</i>	<i>Employee*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Industrie 2030</i>	<i>Employee*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Industrie 2030</i>	<i>Worker*</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Industrie 2030</i>	<i>Worker*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Industrie 2030</i>	<i>Worker*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Industrie 2030</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Employee*</i>	0	0	0	0
<i>Industrie 2030</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Worker*</i>	0	0	0	0
<i>Industrie 2030</i>	<i>Employee*</i>	<i>Worker*</i>	0	0	0	0
<i>Industrie 2030</i>	<i>Skill*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Industrie 2030</i>	<i>Skill*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Industrie 2030</i>	<i>Competence*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
	<i>Total</i>					0
<i>Productivity 4.0</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Productivity 4.0</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Productivity 4.0</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Productivity 4.0</i>	<i>Employee*</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Productivity 4.0</i>	<i>Employee*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Productivity 4.0</i>	<i>Employee*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Productivity 4.0</i>	<i>Worker*</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Productivity 4.0</i>	<i>Worker*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Productivity 4.0</i>	<i>Worker*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Productivity 4.0</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Employee*</i>	0	0	0	0
<i>Productivity 4.0</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Worker*</i>	0	0	0	0
<i>Productivity 4.0</i>	<i>Employee*</i>	<i>Worker*</i>	0	0	0	0
<i>Productivity 4.0</i>	<i>Skill*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0

<i>Productivity 4.0</i>	<i>Skill*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Productivity 4.0</i>	<i>Competence*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
	<i>Total</i>					0
<i>Innovation and Enterprises</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Innovation and Enterprises</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Innovation and Enterprises</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Innovation and Enterprises</i>	<i>Employee*</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Innovation and Enterprises</i>	<i>Employee*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Innovation and Enterprises</i>	<i>Employee*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Innovation and Enterprises</i>	<i>Worker*</i>	<i>Skill*</i>	0	0	0	0
<i>Innovation and Enterprises</i>	<i>Worker*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Innovation and Enterprises</i>	<i>Worker*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Innovation and Enterprises</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Employee*</i>	0	0	0	0
<i>Innovation and Enterprises</i>	<i>Human Resources</i>	<i>Worker*</i>	0	0	0	0
<i>Innovation and Enterprises</i>	<i>Employee*</i>	<i>Worker*</i>	0	0	0	0
<i>Innovation and Enterprises</i>	<i>Skill*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
<i>Innovation and Enterprises</i>	<i>Skill*</i>	<i>Competence*</i>	0	0	0	0
<i>Innovation and Enterprises</i>	<i>Competence*</i>	<i>Characteristic*</i>	0	0	0	0
	<i>Total</i>					0
		<b>TOTAL</b>				<b>309</b>
		<b>SEM DUPLICATAS</b>				<b>103</b>
		<b>ADEQUAÇÃO AO TEMA</b>				<b>61</b>

APÊNCIDE B - QUESTIONÁRIOS

QUESTIONÁRIOS

**Competências dos Trabalhadores da Indústria 4.0**

Queremos saber a sua opinião a respeito das competências dos trabalhadores da Indústria 4.0. O preenchimento do formulário tem o tempo aproximado de resposta entre 2 a 4 minutos.

\*Obrigatório

1. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar e que eu posso interromper minha participação a qualquer momento. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para propósitos acadêmicos. Você concorda em participar desta pesquisa? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não Pare de preencher este formulário.

**Competências dos Trabalhadores da Indústria 4.0**

Queremos saber a sua opinião a respeito das competências dos trabalhadores da Indústria 4.0. O preenchimento do formulário tem o tempo aproximado de resposta entre 2 a 4 minutos.

2. Em qual universidade você trabalha? \*

Marcar apenas uma oval.

- UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
 UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 UFPR - Universidade Federal do Paraná  
 PUCPR - Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
 UP - Universidade Positivo

Ou

**Competências dos Trabalhadores da Indústria 4.0**

Queremos saber a sua opinião a respeito das competências dos trabalhadores da Indústria 4.0. O preenchimento do formulário tem o tempo aproximado de resposta entre 2 a 4 minutos.

2. Em qual empresa você trabalha? \*

Marcar apenas uma oval.

- DAF Caminhões  
 Klabin  
 O Boticário  
 Tetra Pak

### Competências Técnicas (Hard Skills)

Assinale com um "X" a competência condizente ao trabalhador no cenário da Indústria 4.0. Não sendo condizente, deixe a caixa de seleção em branco.

3. Marque todas que se aplicam.

- Interação Homem-Máquina (p. ex. Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Robôs Colaborativos)
- Alta Qualificação
- Noções Básicas de Segurança de TI
- Interdisciplinaridade (p. ex. compreensão e operação de todos os seus processos)
- Habilidades de TI
- Capacitação em Tecnologias Habilitadoras (p. ex. Impressora 3D, Big Data, Internet das Coisas)

### Competências Pessoais (Soft Skills)

Assinale com um "X" a competência condizente ao trabalhador no cenário da Indústria 4.0. Não sendo condizente, deixe a caixa de seleção em branco.

4. Marque todas que se aplicam.

- Flexibilidade (p. ex. atendimento de demandas em horários diversos e onde estiverem)
- Adaptabilidade (p. ex. adaptar-se a constantes mudanças no mercado/indústria/processo)
- Criatividade/Inovação
- Pensamento Holístico (p. ex. compreensão de toda a indústria)
- Maior Responsabilidade
- Habilidades de Liderança
- Habilidades Interculturais

### Competências dos Trabalhadores da Indústria 4.0 - Hard Skills e Soft Skills

Aqui você poderá escrever a competência que julgar necessária para o trabalhador da Indústria 4.0 em empresas.

5. Qual competência (não citada) você julga necessária para os trabalhadores da Indústria 4.0?

---

---

---

---

---

# ANEXO

## ANEXO A - RESULTADO FINAL DA SELEÇÃO DE ARTIGOS APÓS A APLICAÇÃO DA ETAPA 7 DO *METHODI ORDINATIO*®

Quadro 16 - Resultado Final da Seleção de Artigos após a Aplicação da Etapa 7 do *Methodi Ordinatio*®

Ranking	Artigo (autores, ano, título e revista)	FI	Ano	Ci	InOrdinatio	JCR or SJR
1	Towards Industry 4.0 - Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems	0,26	2015	127	197,000260	*
2	"Industrie 4.0" and Smart Manufacturing – A Review of Research Issues and Application Examples	0,44	2017	57	147,000440	*
3	Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0	0,67	2016	37	117,000670	*
4	Digitization of industrial work: development paths and prospects	0,49	2016	34	114,000490	*
5	Learning Factory Modules for Smart Factories in Industrie 4.0	0,67	2016	30	110,000670	*
6	Introduction and establishment of virtual training in the factory of the future	1,995	2017	17	107,001995	
7	Investigating the Effects of Smart Production Systems on Sustainability Elements	0,2	2017	12	102,000200	*
8	Industry 4.0-organizing routines or innovations?	0,32	2018	1	101,000320	*
9	A framework to design a human-centred adaptive manufacturing system for aging workers	3,358	2017	10	100,003358	
10	Empowering production workers with digitally facilitated knowledge processes – a conceptual framework	2,623	2018	0	100,002623	
11	Placing the operator at the centre of Industry 4.0 design: Modelling and assessing human activities within cyber-physical systems	1,46	2018	0	100,001460	*
12	A complementary Cyber-Human Systems framework for Industry 4.0 Cyber-Physical Systems	1,31	2018	0	100,001310	
13	Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0	0,2	2017	10	100,000200	*
14	Cyber- Physical Systems and Education 4.0 –The Teaching Factory 4.0 Concept	0,2	2018	0	100,000200	*
15	Training concept for and with digitalization in learning factories: An energy efficiency training case	0,2	2018	0	100,000200	*
16	Smart HR 4.0 – how industry 4.0 is disrupting HR	0,13	2018	0	100,000130	
17	Contemporary Digital Competency Review	0	2018	0	100,000000	Sem JCR ou SJR

18	Smart Services for Enhancing Personal Competence in Industrie 4.0 Digital Factory	0	2018	0	100,000000	Sem JCR ou SJR
19	Mental Strain as Field of Action in the 4th Industrial Revolution	0,67	2014	39	99,000670	*
20	Examining the feasibilities of Industry 4.0 for the hospitality sector with the lens of management practice	2,676	2017	8	98,002676	
21	Development of the Industrial IoT Competences in the Areas of Organization, Process, and Interaction Based on the Learning Factory Concept	0,2	2017	8	98,000200	*
22	Procedure for Defining the System of Objectives in the Initial Phase of an Industry 4.0 Project Focusing on Intelligent Quality Control	0,67	2016	17	97,000670	*
23	Pilot Study of Readiness of Czech Companies to Implement the Principles	0,24	2017	7	97,000240	Sem JCR ou SJR
24	Learning Factories' Trainings as an Enabler of Proactive Workers' Participation Regarding Industrie 4.0	0,2	2017	7	97,000200	*
25	Assessment procedure for the <i>Soft Skills</i> requested by Industry 4.0	0,15	2017	6	96,000150	*
26	Learning in the AutFab – The Fully Automated Industrie 4.0 Learning Factory of the University of Applied Sciences Darmstadt	0,2	2017	5	95,000200	*
27	Digital innovation and the fourth industrial revolution: epochal social changes?	0	2017	4	94,000000	Sem JCR ou SJR
28	Critical Competencies for the Innovativeness of Value Creation Champions: Identifying Challenges and Work-integrated Solutions	0,2	2017	3	93,000200	*
29	How will Change the Future Engineers' Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey.	0,2	2017	3	93,000200	*
30	Determinants of Thai information and communication technology organization performance: A structural equation model analysis	0,15	2017	3	93,000150	*
31	Incorporating human factors into the AAMT selection: a framework and process	2,623	2017	1	91,002623	
32	A context-driven model for the flat roofs construction process through sensing systems, internet-of-things and last planner system	2,475	2017	1	91,002475	
33	National culture, employee empowerment and advanced manufacturing technology utilisation: A study of Nigeria and New Zealand	1,189	2017	1	91,001189	
34	A Skill-based Robot Co-worker for Industrial Maintenance Tasks	0,2	2017	1	91,000200	*
35	An overview of work analysis instruments for hybrid production workplaces	0	2017	1	91,000000	Sem JCR ou SJR
36	Industry 4.0 and telecollaboration to promote cooperation networks: A pilot survey in the portuguese region of castelo branco	0	2017	1	91,000000	Sem JCR ou SJR
37	Development of the DGQ role bundle model of the Q occupations	0,31	2017	0	90,000310	*



38	Research on the Internet Plus, Industry 4.0 and Change in Humanity: a Perspective based on Touch Point Management	0,17	2017	0	90,000170	*
39	The driving factors, risks and barriers of the industry 4.0 concept	0,17	2017	0	90,000170	*
40	Relationship of generations X, Y, Z with new communication technologies	0,14	2017	0	90,000140	*
41	E-business Development: The Comparative Study of the Czech Republic and The Ukraine	0	2017	0	90,000000	Sem JCR ou SJR
42	The "Industry 4.0" and the sustainability of the model of financing of the General Social Security System	0	2017	0	90,000000	Sem JCR ou SJR
43	Industrial engineering curriculum in industry 4.0 in a South African context	0,409	2016	8	88,000409	
44	A Modular Architecture for the Design of Condition Monitoring Processes	0,67	2016	6	86,000670	*
45	Future Trends in Human Work Area Design for Cyber-Physical Production Systems	0,67	2016	6	86,000670	*
46	Human capital in the innovative conditions	0,15	2016	6	86,000150	*
47	From cyber-physical systems to Industry 4.0: make future manufacturing become possible	0,41	2016	5	85,000410	*
48	Proactive approach to smart maintenance and logistics as an auxiliary and service processes in a company	0,16	2016	5	85,000160	*
49	Human-Robot collaboration in industry	0	2016	5	85,000000	*
50	Manufacturing and the Cloud	2,912	2016	2	82,002912	
51	A Discussion of Qualifications and Skills in the Factory of the Future: A German and American Perspective	0	2015	12	82,000000	Sem JCR ou SJR
52	General purpose technology internet – a universal solution for the future labor market? [Querschnittstechnologie Internet – Universallösung für den Arbeitsmarkt der Zukunft?]	0,22	2016	0	80,000220	*
53	Supply Chain wide transformation of traditional industry to Industry 4.0	0,19	2016	0	80,000190	*
54	Implementation Strategy Industrie 4.0: Report on the results of the Industrie 4.0 Platform	0	2016	0	80,000000	Sem JCR ou SJR
55	A Mixed-reality Learning Environment	0,26	2015	9	79,000260	*
56	Strategic factor analysis for industry 4.0	0,47	2015	7	77,000470	*
57	Human-centred ICT tools for smart factories [Mensch-zentrierte IKT-Lösungen in einer Smart Factory]	0,15	2014	15	75,000150	*
58	Diffusion of the "internet of things" on the world of skilled work and resulting consequences for the man-machine interaction	0,36	2015	3	73,000360	*
59	Industry 4.0: defining the working world of the future [Industrie 4.0 bestimmt die Arbeitswelt der Zukunft]	0,15	2014	10	70,000150	*
60	Concept of a Failures Management Assistance System for the Reaction on Unforeseeable Events during the Ramp-up	0,67	2014	2	62,000670	*

61	Web-based virtual learning for digital manufacturing fundamentals for automotive workforce training	0,2	2013	4	54,000200	*
						*SJR Papers

**Fonte: Aatoria própria**

# **SOBRE AS AUTORAS**

## **FANNY KOVALESKI**

Doutoranda em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR - Campus Ponta Grossa (2019-2023). Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2016) e mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2019). Colaboradora da Revista Stricto Sensu - ISSN: 2525-3395.

## **CLAUDIA TANIA PICININ**

Graduada em Administração com Habilitação em Marketing, MBA em Gestão de Negócios e Logística pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco, especialista em Gestão Industrial - Conhecimento e inovação e mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Ponta Grossa. Doutora em Administração pela Universidade Positivo. Professora do Departamento de Engenharia de Produção e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UTFPR - Câmpus Ponta Grossa.

# AGRADECIMENTOS

As minhas irmãs, por sempre estarem do meu lado e pela caminhada em conjunto.

Aos professores da banca, pelas colocações pertinentes e valiosas no momento da qualificação do trabalho.

Aos meus amigos, pelos incentivos e apoios.

Ao meu noivo, por ter me apoiado em todos os momentos, sendo sempre compreensivo na minha ausência e viagens, ter cuidado da Liz e da Nina, e por ter aguentado minhas angústias.

E principalmente à minha orientadora, meu imenso agradecimento por toda a caminhada nesses dois anos, pelo incentivo, pela liberdade e confiança na escolha do tema, pelas cobranças e por todos os ensinamentos.

